Mngool.com

مــــدخل الى

بيولوجيا الانسان

تاليف

الدكتور عايش محمود زيتون

الجامعة الاردنية

عمان ــ الاردن

١٩٨٧

الطبعة الثانية

٦١٢
عايـ
عايش محمود زيتون
مدخل الى بيولوجيا الانسان / عايش محمود زيتون ٠ــ
ط٢ ٠ــ عمان : الجامعة الأردنية ، ١٩٨٧ ٠
(٣٢٤) ص
ر٠١ (١٩٨٧/٦/٢٥٣)
١ ــ الانسان ــ فسيولوجيا   أ ــ العنوان
تمت الفهرسة بمعرفة مديرية المكتبات والوثائق الوطنية

الطابعون
جمعية عمال المطابع التعاونية
هاتف ٦٣٧٧٧١٠٢ ــ ص.ب ٨٥٧ ــ عمان ــ الأردن

بسم الله الرحمن الرحيم

« وفي أنفسكم أفلا تبصرون »

صدق الله العظيم

محتويات الكتاب

الفصل الرابع

الفصل الخامس

الفصل السادس

الفصل السابع

الفصل الثامن

الفصل التاسع

الفصل العاشر

الفصل الحادي عشر

الفصل الثاني عشر

الفصل الثالث عشر

الفصل الرابع عشر

الفصل الخامس عشر

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمـــــة

على الرغم من تعدد وسائل نقل المعرفة العلمية ونشر الثقافة في عصر الطاقة الذرية والهندسية البيولوجية بفضل تقدم العلم والتكنولوجيا الحديثة ، فان الكتاب يبقى هو المرجع الاساسي الثابت للتعلم والوسيلة الرئيسية للتثقيف ، ولهذا فان الحياة الجامعية قد علمتني أن الطالب الجامعي قد لا يكون سوى فكرة سطحية أو محدودة عن العلم الذي يدرسه اذا اكتفى بالمعلومات التي يتلقاها في قاعة المحاضرات ، لذا لا بد من اثراء معلوماته بمطالعات اضافية للوصول الى المعرفة العلمية بشتى أنواعها حتى تربي لديه الميل للبحث والاستقصاء ومن ثم الرغبة في التعمق فيما يتعلمه ، ومن هنا لا بد من توفر مراجع مختلفة بين أيدي الطلبة العرب ، يستطيع الطالب العربي الرجوع اليها سواء خلال دراسته الجامعية أو بعدها . ومن هنا رأيت أن الواجب يقتضي أن أضع مرجعا علميا كجهد متواضع لسد بعض الفراغ في المكتبة العربية بوجه عام وتدعيم مراجع بيولوجية الانسان بوجه خاص .

لقد راعيت عند كتابة هذا الكتاب بعض الامور التي لا بد للمرجع العلمي أن يتضمنها وهي :

١ ــ تبسيط معلومات الكتاب بقدر الامكان وكتابتها باسلوب مبسط وبلغة سهلة تشجع القارىء على القراءة وتيسر له الاستيعاب .

٢ ــ التمشي مع متطلبات العلم ومسايرة ما يستجد من اكتشافات علمية ، بالاضافة الى احتوائه على المصطلحات العلمية باللغة الانجليزية الى جانب مرادفاتها العربية حتى لا يفقد الطالب الجامعي الصلة بالمراجع الاجنبية اذا شاء أن يطلع عليها تنمية لمعلوماته وتعميقا لها .

٣ ــ تعزيز الكتاب بالاشكال التوضيحية المختلفة حيثما لزم الامر ، ولهذا يحتوي الكتاب على ما يزيد عن سبعين شكلا توضيحيا من مصادر بيولوجية مختلفة كي يسهل للقارىء فهم وتتبع المادة العلمية واستيعابها .

ان الفكرة الاساسية لهذا الكتاب هو الكائن الحي ـ الانسان ، الذي يهم أمره الطالب والمربي والطبيب والمحامي والقاضي وغيرهم الذين يتعاملون مع النفس الانسانية ويجدون اهتماما كبيرا في التعرف على بيولوجيتها . ويقع الكتاب في خمسة عشر فصلا لتحقيق الاهداف التالية :

الاول : مسح موجز للكائنات الحية على أساس تصنيفي وتقسيمها الى خمسة ممالك بحيث توضح الصفات العامة للملكة دون النظر الى أمثلة خاصة قد تضيق الخناق على تفكير القارىء .

الثاني : دراسة الخلية والانسجة الحيوانية على اعتبار أنها الوحدات الاساسية في التركيب والوظيفة والانقسام والوراثة في الكائن الحي (الانسان) .

الثالث : التركيز على دراسة أجهزة الانسان العشرة من حيث تركيبها وعملها ووظائفها ، والتأكيد على ثقافة بيولوجية عامة محورها الانسان مثل تلك المتعلقة بتنظيم الحمل والوراثة التطبيقية في الانسان .

وأخيرا لما كان هذا الكتاب جهدا علميا متواضعا ومحاولة جادة في تدعيم المكتبة العربية والدراسات الجامعية فانني أقدمه كمرجع علمي لاخواننا وأخواتنا الطلبة العرب في كليات العلوم والطب والتمريض والتربية وعلم النفس ولكل الراغبين في المعرفة العلمية والثقافة البيولوجية ، راجيا أن يجدوا فيه الفائدة العلمية المتوقعة والحافزة لهم على الاستزاده في البحث والاستقصاء في مجال بيولوجية الانسان .

ولا يفوتني أن اقدم شكري لكل من ساهم باخراج هذا الكتاب سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، واخص بالذكر زوجتي التي كان لصبرها وتشجيعها أثر عظيم في نفسي ودفعي للامام في سبيل اخراج هذا الكتاب .

المؤلـــف
الدكتور عايش زيتون
كلية التربية ـ الجامعة الاردنية/عمان
١٩٨٢

الفصل الأول

البيولوجيا Biology

مقدمـــة :

ما هو البيولوجيا ؟ فيم يبحث ؟ وما هي فروعه ؟ ان كلمة «بيولوجي» كلمة يونانية الاصل مكونة من مقطعين : المقطع الاول (Bios) ويعني الحياة ، والمقطع الثاني (Logos) ويعني دراسة أو علم ، وهكذا تعني كلمة بيولوجي علم الحياة أو العلوم الحياتية Biological Sciences

وعليه ، فان علم الحياة يبحث في دراسة الكائنات الحية من جميع أوجه نشاطاتها الحيوية التي تميز الكائن الحي عن غيره من الجمادات ، والذي يميز الكائن الحي عن غيره هو قدرته على القيام بالعمليات الحيوية التالية :

١ ـ التغذية Nutrition

٢ ـ النمو Growth

٣ ـ التنفس Respiration

٤ ـ الحركة Locomotion

٥ ـ الاخراج Excretion

٦ ـ التكاثر Reproduction

٧ ـ الحس والانفعال Sensetivity and irritability

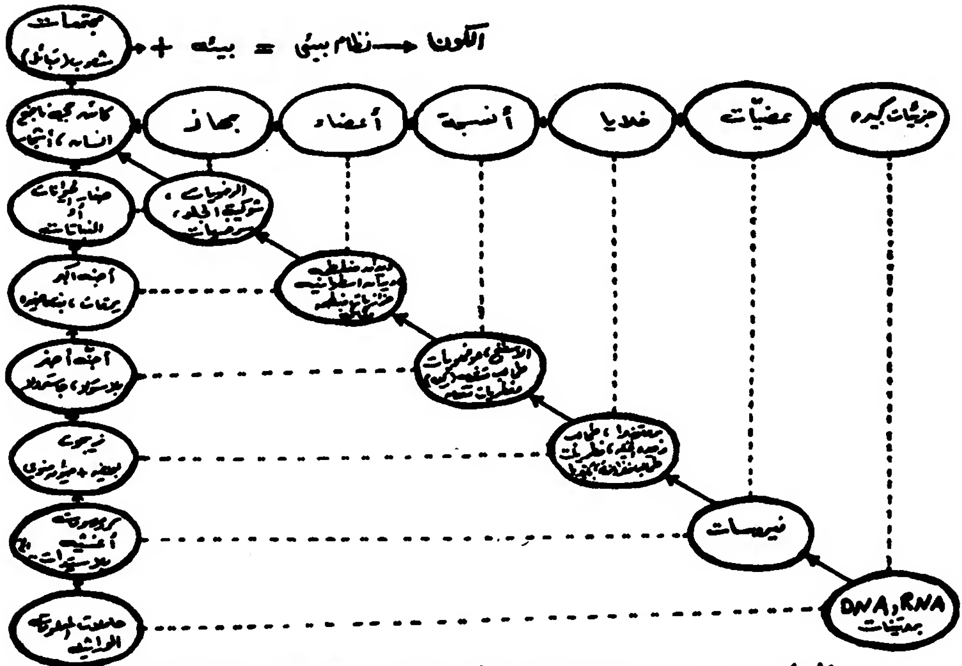
فروع البيولوجيا : Disciplines of Biology

علم البيولوجيا علم واسع ومتداخل نتيجة لتطور المعرفة العلمية ، ويعتبر أكثر العلوم تفرعا وتشعبا ، وتصنيفه الى علوم وفروع مختلفة يسهل دراسته واستيعابه وتوثيقه ، وهو يحوي فروعا غاية في الدقة لدرجة أنه يصعب علينا وضع حدود بين هذه الفروع التي تتزايد يوما بعد يوم ، لكن دارسها أو المختص بها هو الذي يحدد طبيعة الفرع أو العلم ، ومهما يكن الامر فان البيولوجيا يشمل علوما كثيرة نذكر منها ما

يلي : علم الشكل الخارجي ، التشريح ، البيئة ، الوراثة ، الاجنة ، الخلية ، الانسجة ، الفسيولوجيا ، التطور ، التصنيف ، سلوك الحيوان .. وعلم الثدييات **Mammalogy** واليه ينتمي الانسان .

مستويات النظام البيولوجي : Levels of Biological Organization

ان وحدة النظام البيولوجي أو نظام الحياة هو أحد مميزات الحياة وسر من أسرارها ، فبالرغم أن هناك ما يزيد على مليونين من أنواع الكائنات الحية المعروفة على اختلاف أحجامها واشكالها ، هناك وحدة نظام تجمع هذه الكائنات الحية المختلفة . يبدأ هذا النظام بمستويات بسيطة وينتهي بالكائن الحي المعقد (الانسان) يتفاعل مع بيئته ويعيش مع غيره في هذا الكون . الشكل ١ ـ ١ يوضح مستويات النظام البيولوجي ـ نظام الحياة ـ مع أمثلة على كل مستوى أحدها يمثل الكائنات الحية التامة النمو والاخر يمثل مرحلة أو أخرى من مراحل تطور الكائن الحي .



الشكل ١ ـ ١ مستويات النظام البيولوجي (عن Wilson et. al. 1972)

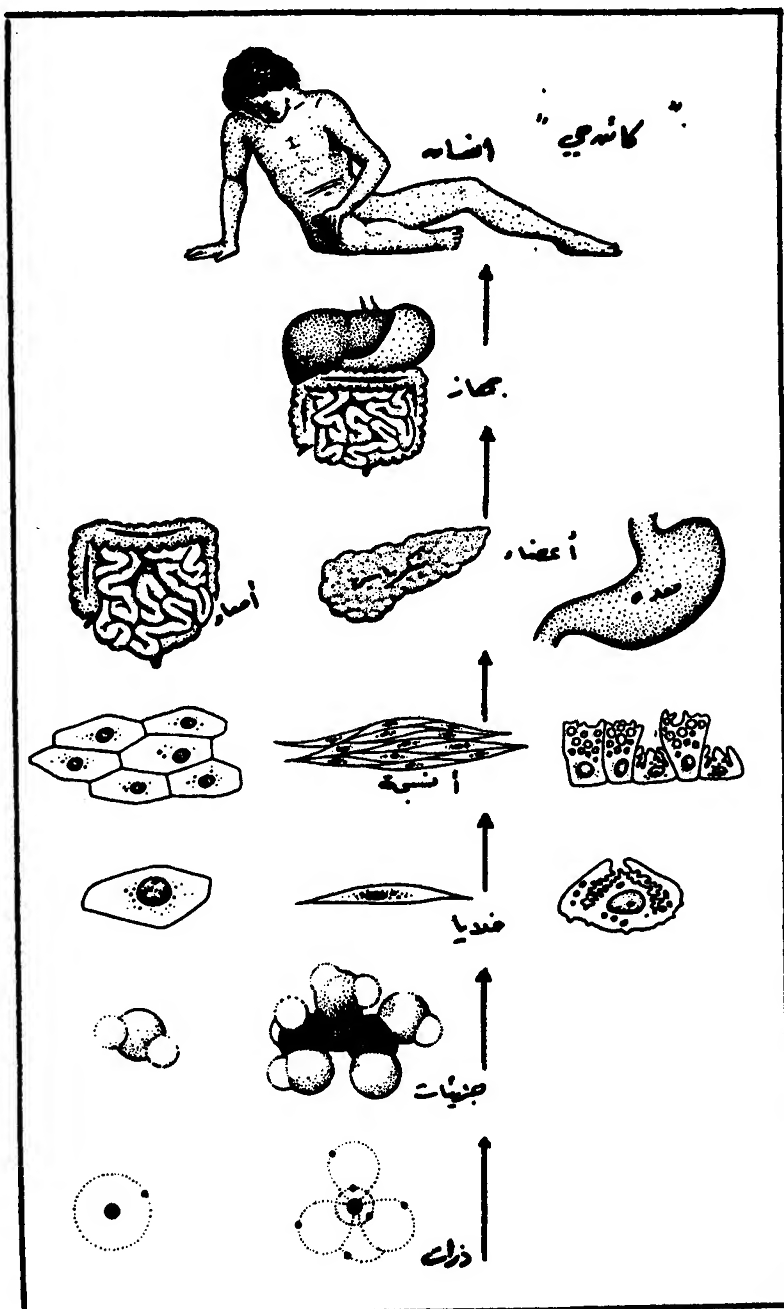
تتركب الجزيئات الكبيرة مثل :   RNA, DNA

من مجموعة من الذرات لعناصر مختلفة لتكون جزيئات معقدة وظيفية تعمل على نقل المعلومات والصفات الوراثية من جيل الى جيل ، وأن هذه الجزيئات بدورها تتحد معا لتكون ما يسمى بالعضيات   Organelles أو أجزاء خلوية مختلفة كالبلاستيدات والميتوكندريا والفيروسات ، والفيروس كما يعتقد كثير من العلماء هو «كينونة» أو «كائن حي» يعتبر حلقة وصل بين الكائن الحي والجماد فهو ينمو ويتكاثر اذا وجد داخل الخلايا الحية لكنه يفقد هذه الصفات الحيوية اذا وجد خارجها أو بعيدا عنها ٠

ومجموعة العضيات تعمل في تناسق لتشكل مستوى تركيبي أو مستوى من التعضي هو الخلية   Cell ٠ وهناك كائنات حية مختلفة لا تزال في هذا المستوى ، فالكائنات الحية الاولية كالاميبا والبراميسيوم واليوجلينا والبكتيريا وبعض الفطريات والطحالب لا تزال تعيش وتؤدي أعمالها الحيوية على هذا المستوى ، في حين نجد الكائنات الحية العديدة الخلايا أجسامها مؤلفة من وحدات صغيرة تسمى الخلايا ، كما أن الخلايا التناسلية (البويضات والحيوانات المنوية) عبارة عن خلية واحدة يتحدان معا لتكوين الزيجوت ـ الخلية الاولى للحياة ٠

ومجموعة الخلايا المتشابهة في شكلها وتركيبها ووظيفتها تتحد معا لتعطي مفهوما جديدا هو النسيج   Tissue ٠ وهناك كائنات حية مختلفة لا تزال في هذا المستوى كالحيوانات الاسفنجية (الاسفنج) والحيوانات الجوفمعوية (الهيدرا) ، كما أن هناك أطوارا جنينية تقع في هذا المستوى كالبلاستولا والجاسترولا ، التي لا تلبث الاخيرة أن تتميز الى طبقات ثلاث تؤدي في النهاية الى تكوين الكائن الحي بما فيه الانسان ٠

ومجموعة الانسجة تتعاون معا لتؤدي وظيفة واحدة أو أكثر لتكون مفهوما بيولوجيا هو العضو Organ ٠ فالمعدة عضو والبنكرياس عضو والامعاء عضو والكبد عضو (الشكل رقم ٢:١) ، وكل عضو من هذه



الشكل ١ - ٢

صور توضيحية لمستويات النظام البيولوجي [عن: Case,1979,p.191]

الاعضاء يتكون من نسيج أو أكثر له وظيفة خاصة بالتغذية والهضم ، وهناك كثير من الاحياء ما يوجد على هذا المستوى البيولوجي كالديدان المفلطحة والديدان الاسطوانية ، كما يوجد اطوار جنينية تقع في هذا المستوى كاليرقات وغيرها التي لا تلبث أن تتطور لتكون الكائن الحي ·

ومجموعة الاعضاء تتعاون معا لتؤدي وظيفة اساسية للكائن الحي وتعطي مفهوما جديدا هو الجهاز System فهناك الجهاز الهضمي (الهضم والامتصاص) ، والجهاز البولي (الاخراج) ، والجهاز العظمي (الدعامة) والجهاز التناسلي (التكاثر) ··· الخ ومن أمثلة الكائنات الحية على هذا المستوى الرخويات (الحلازين) وشوكية الجلد ومفصليات الارجل ··· والانسان · أما الاطوار الجنينية فتتمثل في صغار الحيوانات والنباتات على اختلاف أنواعها وأحجامها التي لا تلبث أن تنمو وتكبر حتى تصل الحجم الطبيعي للآباء ·

وأخيرا مجموعة الاجهزة معا تشكل الكائن الحي Organism وعلى رأسها الانسان · وحيث أن الانسان وغيره من الكائنات الحية الاخرى لا تستطيع العيش في عزلة تامة فلا بد لها أن تعيش اما مع أنواع متشابهه أو مختلفة من الكائنات الحية ، وفي الحالة الاولى يطلق على المجموعة مفهوم الجماعة Population ، وفي الحالة الثانية يطلق عليها المجتمع Community · وهذه الجماعات أو المجتمعات تعيش في بيئة معينة تناسب طرق معيشتها وتكون ما يسمى بمفهوم النظام البيئي Ecosystem سواء كان هذا النظام البيئي صحراويا أو مائيا أو جويا وكلها مجتمعة تشكل أو تقع ضمن مفهوم النطاق الحيوي Biosphere · هذه الكائنات الحية المختلفة تتصارع فيما بينها للحياة وللمحافظة على نوعها الى أن تموت وتتعفن أجسامها وتتحلل الى مكوناتها وعناصرها الاصلية فيستفيد منها كائنات حية أخرى وهكذا كما بدأنا أول خلق نعيده ·

وباختصار ، مهما تنوعت الكائنات الحية واختلفت في انواعها وأحجامها واشكالها وتباينت في طرق معيشتها وبيئاتها فان هناك نظام وحدة بينها هو وحدة الحياة ، ذلك الخيط المشترك الذي يمر عبر مستويات النظام البيولوجي — نظام الحياة ، ويربطها ببعض ليدل على وحدة الخلق ، فالانسان الكائن الحي المعقد من جهة ، والاميبا الكائن الحي البسيط (أو غيره) من جهة ثانية ، في كل منهما نشاطات حيوية تختلف في الظاهر وتتشابه في الاصل ، ظاهر الحياة يختلف وأسسها ثابت ٠

الفصل الثاني

تنوع الكائنات الحية   The Diversity of Life

نحاول في هذا الفصل التحدث بشكل موجز عن الكائنات الحية التي تغمر الكرة الارضية ، وسيكون مجال اهتمامنا هو اجراء مسح شامل للكائنات الحية على اختلاف انواعها وأحجامها ، وبالتالي نقدم للقارىء نظرة عامة مبسطة بقدر الامكان عن هذه الكائنات التي تنتشر في بيئات متباينة على سطح الارض ·

تصنيف الكائنات الحية :

من الملاحظ أن هناك عددا كبيرا يزيد على مليونين من أنواع الكائنات الحية تعيش في بيئات مختلفة في الماء والارض والجو ، منها ما يتراوح بالصغر لدرجة لا تراه العين المجردة كالكائنات الحية الاولية ذات الخلية الواحدة ومنها الكائنات الحية الضخمة الحجم كالحيتان والفيلة والاشجار والانسان · وعليه لما كانت أسماء الكائنات الحية تختلف من بلد لاخر حتى ومن منطقة الى اخرى في البلد الواحد ، بالاضافة الى صعوبة دراسة هذه الكائنات الحية واستيعابها كلا على انفراد ، اذن لا بد من وجود تصنيف معين أو لغة عالمية يستطيع بها العالم أو الباحث في الاردن مثلا من الاتصال بعالم أو باحث آخر سواء في أمريكا أو افريقيا للكتابة أو البحث حول كائن حي معين · لذا لجأ علماء البيولوجيا الى تسمية وتصنيف الكائنات الحية وذلك باعطاء كل كائن حي اسما علميا Scientific name للتعرف عليه من جهة وتصنيفه ودراسته من جهة ثانية · وتصنيف الكائن الحي يعني وضع الكائنات الحية في مجموعات طبقا لصفات عامة مشتركة ومعايير بيولوجية معينة بين أفراد كل مجموعة ، وتقسم كل مجموعة رئيسية الى مجموعات أصغر منها فأصغر وهكذا ·

وحسب نظام التصنيف الحديث اتبع العلماء نظاما عالميا يسمى بالنظام الثنائي Binomial System لتسمية الكائن الحي وتصنيفه · وعليه ،

فالكائن الحي له اسم علمي خاص به ، وهو اسم عالمي لاتيني مكون من كلمتين : الأولى تدل على الجنس Genus وتبدأ عادة بحرف كبير ، والثانية تدل على النوع species وتبدأ عادة بحرف صغير • فالاسم العلمي للانسان مثلا Homo sapiens ، وللقط Felis domestica وللكلب Canis familiaris وللبرقوق Prunus domestica وهكذا • كما اتفق العلماء على اعتبار النوع الوحدة الاساسية للتصنيف ، والنوع يشير الى مجموعة من الافراد تشترك في صفات عديدة فيما بينها ويمكنها التزاوج من بعضها لانتاج نسل خصب • وقد يشمل النوع أحيانا أفرادا تختلف عن بعضها قليلا جدا فتوضع هذه الافراد في مجموعة واحدة تسمى بالصنف Variety • هذا وان الانواع المتشابهة توضع في مستوى تصنيفي واحد يسمى الجنس Genus ومجموعة الاجناس المتشابهة توضع في مستوى تصنيفي آخر يسمى العائلة Family ، والعائلات المتشابهة توضع في مستوى تصنيفي يسمى الرتبة Order ، والرتب المتشابهة في صنف أو طائفة Class ، ومجموعة الصفوف أو الطوائف في قبيلة أو شعبة Phylum ، ومجموعة القبائل أو الشعب في مملكة Kingdom • وقد توجد مجاميع وسطية بين التصنيفات السابقة فيضاف المقطع «تحت» أو ـ sub- مثل تحت المملكة وتحت القبيلة وهكذا • وباختصار ، نلاحظ أن الكائنات الحية تتقارب وتتشابه من بعضها بيولوجيا كلما نزلنا في سلم التصنيف بينما تختلف وتتباعد بيولوجيا كلما صعدنا في سلم تصنيف الكائنات الحية •

ولتوضيح ما سبق ، نقدم اليك المثالين التاليين :

أولا : الانسان ـ الاسم العلمي : Homo sapiens

المملكة الحيوانية Kingdom - Animalia

قبيلة الحبليات Phylum -Chordata

تحت قبيلة الحبليات Sub-Phylum - Vertebrata

صف الثدييات	Class - Mammalia
رتبة الرئيسيات	Order - Primates
	Family - Hominidae
	Genus - Homo
	Species - sapiens

ثانيا : نحل العسل ـ الاسم العلمي : Apis mellifera

المملكة الحيوانية	Kingdom - Animalia
قبيلة مفصليات الارجل	Phylum - Arthropoda
صف الحشرات	Class - Hexapoda
رتبة غشائية الاجنحة	Order - Hymenoptera
	Genus - Apis
	Species - mellifera

تقسيم الكائنات الحية :

حتى عهد قريب اعتاد العلماء أن يقسموا الكائنات الحية الى مملكتين : المملكة الحيوانية والمملكة النباتية ، لكن هذا التقسيم يعتبر اليوم غير دقيق حيث أن هناك كائنات حية كثيرة من الصعب تصنيفها تحت هاتين المملكتين ، فاليوجلينا Euglena له صفات نباتية كاحتوائه مادة الكلوروفيل مما جعل علماء النبات يضعونه في المملكة النباتية ، وله صفات حيوانية كقدرته على الحركة وامتلاكه بقعة عينية تتأثر بالضوء مما جعل علماء الحيوان يضعونه في المملكة الحيوانية ، وهكذا بالنسبة الى عدد كبير من الكائنات الحية الأخرى · ولتلافي هذه الاختلافات والادعاءات من جهة وتسهيل دراسة الكائنات الحية وتوثيقها من جهة ثانية تقسم الكائنات الحياة حسب النظام الحديث الى خمسة ممالك (الشكل ٢ ـ ١) هي :

١ ــ مملكة البدائيات Kingdom Monera

٢ ــ مملكة الطلائعيات Kingdom Protista

٣ ــ مملكة الفطريات Kingdom Fungi

٤ ــ المملكة النباتية Kingdom Plantae

٥ ــ المملكة الحيوانية Kingdom Animalia

يبين الشكل ٢ ــ ١ العلاقة التطورية المحتملة بين الخمسة ممالك ، وبنـاء عليه ، يعتقد علمـاء البيولوجيا أنـه تشكل مـن الخلايـا الاولى Pre-Monera نوعان من الخلايا :

أ ــ خلايا بدون أغشية نووية Procaryotic Cells وتدعى خلايا البدائيات ، أعطت بالتالي مملكة البدائيات ٠

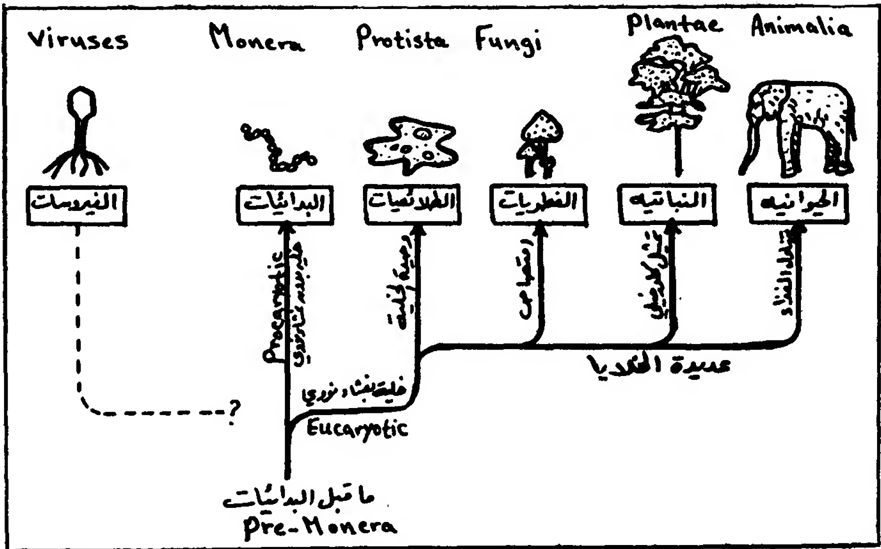
ب ــ خلايـا بغشاء نووي Eucaryotic Cells وتدعى خلايـا الطلائعيات ، ومنها تشعبت الاربعة ممالك الأخرى ٠

وباختصار ، فان الحد الفاصل بينهما هو كون أحد خطوط التطور خلية بدون غشاء نووي مميز لها وخلية لها غشاء نووي مميز واضح ٠ والجدول ٢ ــ ١ يبين الفروق الاساسية بين هذين النوعين من الخلايا .

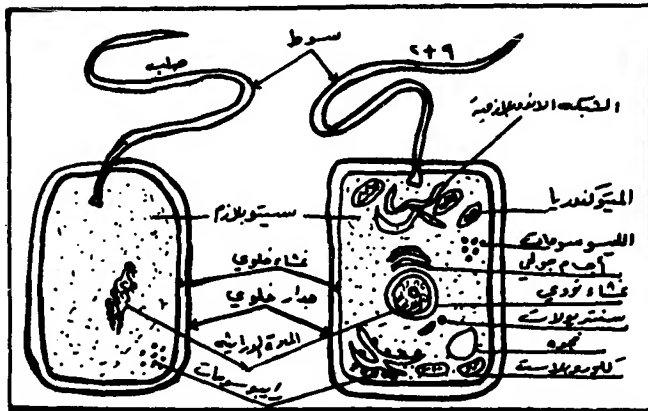
جدول رقم (٢ ـ ١)

الفروق الاساسية بين خلية بدون غشاء نووي واخرى بغشاء نووي

الصفة	خلية بدون غشاء نووي	خلية بغشاء نووي
١ ـ حجم الخلية	صغيرا جدا ، ١ ـ ١٠ ميكرون	كبير نسبيا ، ١٠ ـ ١٠٠ ميكرون
٢ ـ البنية الوراثية	DNA بدون بروتين ، لا توجد كروموسومات	DNA مع بروتين في الكروموسومات
٣ ـ انقسام الخلية	ثنائي مباشر أو تبرعم ، لا يحدث فيها انقسام غير مباشر	يحدث فيها انقسام غير مباشر والخيوط المغزلية موجودة
٤ ـ التكاثر الجنسي	مفقود غالبا وان وجد يكون متحورا جدا	غالبا موجود ، وفيها ذكور واناث مع جاميتات مذكرة واخرى مؤنثة
٥ ـ التغذية	الامتصاص ، والتمثيل الكلوروفيلي في بعضها	الامتصاص ، تناول الغذاء ، والتمثيل الكلوروفيلي ٠٠ الخ
٦ ـ تحول الطاقة	الميتوكندريا مفقودة ، وانزيمات الطاقة تلتصق بالغشاء الخلوي مع اختلافات كثيرة في انتاج الطاقة	الميتوكندريا موجودة تحتوي الانزيمات اللازمة لتفاعلات انتاج الطاقة
٧ ـ الحركة السيتوبلازمية	لا شيء	حركة سيتوبلازمية موجودة ، والابتلاع ٠٠٠ الخ



الشكل ٢ – ١
رسم تخطيطي يوضح الخمسة ممالك والعلاقة التطورية
المحتملة بينها [عن: Herreid II، 1977، P.75]



الشكل ٢ – ٢
تركيب خلية بغشاء نووي (اليمين) وأخرى
بدون غشاء نووي (اليسار) [عن: Herreid II, 1977، P.76]

الصفة	خلية بدون غشاء نووي	خلية بغشاء نووي
٨ ـ أجزاء الخلية (لاحظ الشكل ٢ـ٢) وتشمل :		
أ ـ غشاء خلوي	موجود	موجود
ب ـ جدار خلوي	موجود ـ غير سليلوزي	موجود أو غائب (خلية حيوانية)
ج ـ النواه	لا يوجد غشاء نووي	يوجد غشاء نووي
د ـ الكروموسومات	منفرد	متعدد
هـ ـ الميتوكندريا	مفقودة	موجودة
و ـ البلاستيدات	مفقودة	موجودة (نبات) أو مفقودة (حيوان)
ز ـ الشبكة الاندوبلازمية	غائبة	موجودة
ح ـ الرايبوسومات	موجودة صغيرة	موجودة
ط ـ اجسام جولجي	مفقودة	موجودة
ي ـ الليسوسومات	مفقودة	موجودة
ك ـ الفراغات	مفقودة	موجودة صغيرة أو كبيرة
ل ـ الاجسام المركزية	مفقودة	موجودة أو غائبة (نبات)
م ـ الزوائد الخلوية (٩ + ٢)	مفقودة	موجودة أو مفقودة (بعض النباتات)

والشكل رقم ٢ ـ ٢ يوضح الفروق الاساسية بين تركيب خلية بغشاء نووي واخرى بدون غشاء نووي ، افحص الخليتين وحاول التأكد من الفروق السابقة الذكر ٠

واليك وصفا مختصرا للمالك الخمسة التي تضم جميع الكائنات الحية٠

اولا : مملكة البدائيات : Kingdom Monera

تضم هـــذه المملكة البكتيريـــا والطحالـــب الخضراء المزرقـــة Blue-Green algae وتتالف هذه الكائنات من خلايا بسيطة جدا ، والمادة الوراثية فيها عبارة عن جزيء مستمر طويل حلقي من مادة أل DNA وهذه المادة الوراثية تتميز بعدم احتوائها على بروتين وتبدو على شكل كتلة داخل السيتوبلازم وليس على شكل خيوط كروموسومية وذلك لعدم احتوائها على نواة محددة بغلاف نووي كما هو الحال في خلايا الكائنات الحية الأخرى ، ولذلك نتوقع أن لا يحدث فيها انقسام غير مباشر أو انقسام اختزالي ٠ والسيتوبلازم يحتوي على رايبوسومات صغيرة لكنه يفتقد الاجزاء الخلويـــة ذات الأغشية كالميتوكندريا وأجسام جولجـــي والليسوسومات والشبكة الاندوبلازمية ٠ أما الخلية نفسها فهي محاطة بغشاء خلوي وجدار يختلف من حيث تركيبه الكيماوي عن جدر الخلايا الأخرى اذ أنه مكون من مزيج من مادة خاصة من الكربوهيدرات العديدة التسكر والبروتين ٠

البكتيريـــا : Bacteria

تعتبر البكتيريا من اقدم وأكثر الكائنات الحية وجودا وانتشارا فهي تنتشر في كافة أرجاء الأرض وتعيش في أوساط بيئية متباينة لا تستطيع الكائنات الحية الأخرى أن تعيش فيها ، فقد تعيش في المناطق الجليدية وفي مياه الينابيع الساخنة التي قد تصل درجة حرارتها درجة غليان الماء ، كما توجد في الظلام الدامس وفي اعماق البحار والمحيطات ونادرا ما يخلو منها الانسان ، لذا لا غرابة أن نجد بعضها تتجرثم وترقد في سبات

عميق لعدة أعوام خاصة اذا ساءت الظروف البيئية حولها ، الى أن تتهيأ لها ظروف مناسبة فتستأنف عندها جميع نشاطاتها الحيوية ٠

يتركب جدار الخلية البكتيرية من مادة كربوهيدراتية عديدة التسكر مختلطة مع مواد دهنية واخرى بروتينية ويندر وجود السليولوز الحقيقي فيها ، هذا وقد يتحول الجدار الخارجي الى مواد مخاطية سمكية لحمايتها من سوء البيئة المحيطة بها ٠ أما محتويات الخلية فليس لها نواة حقيقية أو غشاء نووي كما أنها تخلو من معظم الأجزاء الخلوية الموجودة في الخلايا ذات الغشاء النووي ٠ وللبكتيريا أشكال مختلفة حسب نوعها منها وحيدة الخلية ومنها ما يكون مستعمرة أو يبدو على شكل خيوط دقيقة ، وبوجه عام تكون اما كروية أولولبية أو عصوية ٠ وتتحرك البكتيريا بواسطة أسواط أو أهداب تبرز في بعض الحالات اما من طرف واحد من الخلية أو من طرفيها أو تبرز من جميع أجزاء الجسم ٠

تحصل البكتيريا على طاقتها باكثر من طريقة منها ما يلي :

أ ـ بكتيريا ذاتية التغذية : وهي اما تغذية ذاتية كيماوية وتمثلها البكتيريا المؤكسدة لبعض المركبات غير العضوية مثل الكبريت أو الحديد ، أو تغذية ذاتية ضوئية وتمثلها البكتيريا التي تحتوي مادة الكلوروفيل وتشبه في ذلك الى حد كبير النباتات ٠

ب ـ بكتيريا غير ذاتية التغذية : وهي اما أن تعيش وتتطفل على الكائنات الحية الأخرى وتسبب لها بعض الأمراض كالكوليرا والسل والتيفوئيد أو تعيش مترممة على المواد العضوية الميتة ، وهذه لها أهمية كبيرة في الحياة ٠

على الرغم أن بعض انواع البكتيريا تسبب أمراضا مختلفة للانسان والحيوانات والنبات ، الا أن لها أهمية اقتصادية كبيرة في الحياة نلخصها فيما يلي :

١ ـ تحليل المواد العضوية الميتة الى مركبات بسيطة يمكن للنباتات أن تستخدمها ثانية والاستفادة منها لبناء مواد غذائية جديدة ، كما تخلصنا من معظم الفضلات التي لو بقيت لضاقت علينا الارض بما رحبت ٠

٢ ـ البكتيريا الموجودة في أجهزة الهضم للحيوانات المجترة خاصة آكلة الاعشاب ، لها القدرة على افراز أنزيمات هاضمة تساعد الحيوان على هضم مادة السليولوز والاستفادة منها ، أما في الانسان فتعمل على تحليل وتعفين البراز في القولون وبالتالي التخلص منه بسهولة ٠ كما أن بعضها يزود فيتامين B 12 للكائنات التي تعيش معها ٠

٣ ـ تستعمل البكتيريا في صناعة اللبن الرائب لانها ضرورية لتحويل سكر الحليب الى حامض لكتيك الضروري لتخثر الحليب ٠

٤ ـ تستعمل البكتيريا في صناعات عديدة منها صناعة دبغ الجلود فتقوم بهضم بروتينات الشعر ، وصناعة الخل فتحول الكحول الى حامض خليك وكذلك صناعة الجبنة وصناعة التبغ ٠

٥ ـ البكتيريا التي تعيش على جذور بعض النباتات خاصة النباتات البقولية كالفول والحمص والعدس ٠٠٠ تعمل على تثبيت نيتروجين الهواء وبالتالي تزيد من خصوبة التربة وزيادة الانتاج ٠

٦ ـ يمكن استخدام بعض أنواع البكتيريا لانتاج الأنسولين بتطبيق تقنيات خاصة جدا ، وهرمون الأنسولين (الذي يفرزه البنكرياس عادة) يستخدم في علاج مرض السكري الذي يصيب نسبة كبيرة من الناس ، والأنسولين يعمل عادة على تعديل وتنظيم نسبة السكر في الدم ٠

الطحالب الخضراء ـ المزرقة : Blue - Green algae

تشبه الطحالب الخضراء ـ المزرقة البكتيريا لحد كبير في بساطة خليتها من جهة ، وفي تركيب جدارها الخلوي غير الطبيعي من جهة ثانية ، لذا لا غرابة أن نجد بعض علماء البيولوجيا يقترح تصنيفها كنوع آخر

من البكتيريا الذاتية التغذية • كما تشبه الطحالب الخضراء – المزرقة النباتات والطحالب من حيث أن خلاياها تحتوي على مادة الكلورفيل التي تمتص أشعة الشمس مع الماء لتكوين مركبات السكر – المصدر الاساسي للطاقة •

تعيش الطحالب الخضراء – المزرقة في الماء العذب غالبا ، وتوجد اما كخلايا مفردة أو متجمعة أو في سلسلة من الخلايا ، ولهذه الكائنات الحية أهمية اقتصادية – حيث أن الابحاث العلمية تشير الى أن لها القدرة على تثبيت نيتروجين الهواء بالتربة مما يزيد خصوبة الارض وبالتالي الانتاج الزراعي وهي بذلك تشبه بكتيريا التأزت •

الفيروسات : Viruses

نظرا لبساطة الفيروسات فانها تدرس عادة مع البكتيريا والطحالب الخضراء – المزرقة • قد لا يتفق العلماء في تحديد مفهوم الفيروس حيث يفترض بعضهم أن الفيروس عبارة عن كائن حي أو مادة وراثية محاطة بغلاف من البروتين ، بينما يرى آخرون أن الفيروس ليس كائنا حيا بل يستخدم الخلية العائلة لتكاثره • ومهما يكن الأمر فان معرفتنا لصفات الفيروس ستعطي معنى أفضل من هذا وذاك • فالفيروس جسيم غاية في الدقة يتطفل اجباريا على الكائنات الحية الأخرى ويقضي على معظم الخلايا التي يصيبها ويسبب لها بعض الامراض وبهذا يختلف عن البكتيريا ، وله القدرة على الانقسام والتكاثر والنمو فقط داخل خلايا الكائنات الحية الأخرى ، لكنه يفقد هذه الصفات والنشاطات الحيوية خارج خلايا العائل ، لهذا فان بعض العلماء يعتبرونه حلقة وصل بين صفات الكائن الحي والجماد علما بأنه يبقى حيا خارج الخلايا الحية لكن دون تكاثر أو نمو • هذا وتحتوى جميع الفيروسات على الاحماض النووية اما DNA أو RNA مع بروتين يؤلف غطاء خارجيا يحفظ هذه الاحماض النووية •

ومما يجدر ذكره بأن هناك أنواعا مختلفة من الفيروسات تتطفل أو تهاجم فقط أنواعا معينة أو خاصة من الخلايا الحية ، فمثلا الفيروس المسبب

للانفلونزا يهاجم الانسجة الداخلية للانف والخلايا المبطنة للجهاز التنفسي فقط ، بينما فيروس شلل الاطفال يصيب الخلايا العصبية خاصة خلايا الحبل الشوكي ويتكاثر فيها ويتلفها ويسبب الشلل للفرد خاصة الاطفال لأنه كلما كبر الشخص زادت فرصة مناعته ، وهناك فيروسات تتطفل على النباتات كالدخان وتسبب له مرض تبرقش الاوراق ، ومنها ما يتطفل على الحيوان ويسبب مرض داء الكلب وطاعون الدجاج والجدري ، ومنها ما يهاجم البكتيريا نفسها ويتكاثر داخلها ويتلف خلاياها ويسمى هذا النوع بالبكتيريوفيج Bacteriophage ولهذا تصنف الفيروسات أحيانا فنقول فيروسات الانسان ، أو الحيوان ، أو النبات وهكذا ·

ومن مميزات الفيروسات (فيروس الانفلونزا مثلا) ولاسباب غير معروفة تماما ، أن يحدث فيها طفرات Mutations باستمرار ، والطفرة عبارة عن تغيير مفاجيء في التركيب الوراثي للكائن الحي ، وعليه تنشأ سلالات جديدة أسرع من استحداث علاجات طبية لها ، ولهذا نجد الشخص الذي يصاب بأمراض الانفلونزا من الصعب أن يكون مناعة طبيعية تحصنه من التعرض للاصابة بسلالات جديدة من فيروسات الانفلونزا ، كما أشارت بعض التقارير العلمية أن تلقيح الافراد بلقاح من نفس النوع المناعي للفيروس المسبب للمرض لا يمنعهم من الاصابة بنوع آخر من الانفلونزا ·

ثانيا : مملكة الطلائعيات : Kingdom Protista

تضم هذه المملكة مجموعتين رئيسيتين من الكائنات الحية هما : مجموعة البروتوزوا Protozoa ومجموعة الطحالب Algae ، والبعض يضع الفطريات الغروية في هذه المملكة أيضا · تمتاز أفراد هذه المملكة عن البدائيات بأن خلاياها تحتوي على نواه مميزة بغشاء نووي ، كما أن معظم الاجزاء الخلوية موجودة غالبا ، وبعضها له زوائد هدبية أو سوطية بنظام (٩ + ٢) وبعضها يتكاثر جنسيا ، والمادة الوراثية فيها عبارة عن DNA مع بروتين تبدو على شكل خيوط رفيعة كروموسومية داخل النواه ·

البرتوزوا : Protozoa

وهي كائنات حية لا خلوية ، جسمها يتركب من خلية واحدة تقوم بجميع النشاطات الحيوية التي تميز الكائن الحي · وتعيش في بيئات مختلفة في الماء العذب والمالح والتربة والطين أو متطفلة على الكائنات الحية الأخرى ، وتتكاثر اما بواسطة الانشطار الثنائي وهو الاكثر انتشارا ، أو تكاثرا جنسيا باتحاد الجاميتات المذكرة والمؤنثة · وللبروتوزوا أعضاء خاصة للحركة على ضوئها قسمت الى أربع مجموعات هي :

١ ـ السوطيات : Mastigophora وتتحرك بواسطة خيط رفيع طويل يسمى السوط Flagellum ، بعضها يعيش عيشة حرة وبعضها يتطفل على كائنات حية أخرى مثل تريبانوسوما Trypanosoma الذي يسبب مرض النوم الافريقي وتريكونمفا Trychonympha .

٢ ـ الساركودينا : Sarcodina وتتحرك بواسطة زوائد بروتوبلازمية غير ثابتة الشكل أو الحجم أو الموقع تعرف بالاقدام الكاذبة Pseudopoda وتستخدمها أيضا للحصول على الغذاء ، ومن أمثلتها ـ الاميبا الحرة والاميبا المتطفلة التي تسبب مرض الدوسنطاريا الاميبية للانسان ·

٣ ـ الهدبيات : Ciliophora وتتحرك بواسطة زوائد هدبية قصيرة تعرف بالاهداب Cilia ، وتعتبر هذه المجموعة أكثر الاوليات أو البروتوزوا تعقيدا وتخصصا ويقع ضمن هذه المجموعة البراميسيوم وستنتور Stentor ·

٤ ـ الجرثوميات (البوغيات) : Sporozoa لا يوجد لهذه المجموعة اعضاء خاصة للحركة اذ أنها تتحرك حركة انزلاقية في دم العائل الذي يكون من أنواع متباينة منها (الانسان) ، من اعضاء هذه المجموعة البلازموديوم Plasmodium التي تعيش متطفلة داخل جسم الانسان ، وتتكاثر داخل خلايا الكبد وكرات الدم الحمراء فتتغذى على هيموجلوبين الدم مما يؤدي الى اتلافها وتحطيمها وبالتالي يصاب الانسان بفقر الدم وحمى الملاريا ·

الطحالب : Algae

تعيش الطحالب عادة في الماء العذب والمالح وفي الاماكن الرطبة ، ويتركب جسمها اما من خلية واحدة (كلاميدوموناس) أو من عدة خلايا توجد بشكل مستعمرة (فولفكس) أو خيطية تنتشر على سطح البرك والمستنقعات وقنوات الري (الاسبيروجيرا) وتظهر للعين المجردة على شكل طبقة خضراء تسمى الريم الاخضر وغالبا ما تسبب روائح كريهة في المناطق الموجودة فيها ، ومنها ما هو معقد التركيب قد يصل طوله ما يزيد عن ثلاثين مترا كما في بعض الطحالب البنية • والصفة المشتركة العامة لجميع الطحالب أن جسمها يحتوي على صبغة الكلوروفيل أ اللازمة لتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيماوية في عملية التمثيل الكلوروفيلي ولهذا فهي ذاتية التغذية وتشترك مع اعضاء المملكة النباتية بهذه الصفة • بالاضافة الى الصبغة الخضراء فان هناك أنواعا من الطحالب تحتوي على صبغات اخرى غالبا ما تحجب الصبغة الخضراء ولها يعزى لون الطحلب ويسمى تبعا لذلك ، وبناء عليه ، تصنف الطحالب الى سبع قبائل هي :

١ ـ الطحالب اليوجلينية	Euglenophyta
٢ ـ الدايوتومات	Chrysophyta
٣ ـ الطحالب الخضراء ـ المصفرة	Xanthophyta
٤ ـ الطحالب الخضراء	Chlorophyta
٥ ـ الطحالب البنية	Phaeophyta
٦ ـ الطحالب الحمراء	Rhodophyta
٧ ـ الطحالب الذهبية	Pyrrophyta

كما تحتوي اجسام الطحالب على جسيمات خاصة لخزن النشا تسمى بايرينويدات Pyrenoids وبعضها يكون قطرات زيتية دهنية كالدايوتومات • تتكاثر الطحالب اما بالتكاثر اللاجنسي الذي ينتهي بتكوين خليتين جديدتين ، أو بالتكاثر الجنسي (كلاميدوموناس) فتكون

جاميتات مذكرة وأخرى مؤنثة · وللطحالب أهمية اقتصادية للانسان ، فمنها ما يستخدم كغذاء للانسان كطحلب اللاميناريا Laminaria ومنها ما يستخرج منه اليود كطحلب الفيوكس Fucus ، وبعضها غذاء رئيسي للحيوانات البحرية ، ومنها ما يفرز مادة الآجار Agar التي تستخدم بكثرة في تحضير الاوساط البيئية المناسبة لنمو وتكاثر الاحياء الدقيقة كالبكتيريا ·

ثالثا : مملكة الفطريات : Kingdom Fungi

للفطريات صفات عامة وأخرى خاصة دعت علماء البيولوجيا لوضعها في مملكة مستقلة بعد أن كانت لفترة طويلة تصنف مع المملكة النباتية · وبوجه عام ، يمكن ابـداء الملاحظات التالية حـول خصائص وصفـات الفطريات :

١ ـ يتركب جسم الفطر اما من خلية واحدة كالخميرة أو من خيوط رفيعة عديدة الخلايا تظهر على شكل كتل خيطية ، وكل خيط يسمى هيفا Hypha ومجموعة الهيفات يطلق عليها اسم ميسيليوم Mycelium وتنتشر عادة الانوية والسيتوبلازم داخل الهيفا وتكون مختلطة غالبا بدون حواجز خلوية (عفن الخبز) وقد تكون الخيوط مقسمة بحواجز عرضية (البنيسيليوم) ·

٢ ـ تمتاز الفطريات عن بقية النباتات بعدم احتوائها على صبغة الكلورفيل لذا ليس لها القدرة على القيام بالتمثيل الكلورفيلي ، وعليه تعيش معيشة رمية Saprotrophism وتتغذى على المواد العضوية الميتة فتقوم بافراز انزيمات خاصة هاضمة ومن ثم تمتص غذاءها منها ولذا نجدها بكثرة في الاماكن التي تكثر فيها المواد العضوية وبهذا تشترك مع البكتيريا في تحليل وتعفن هذه المواد العضوية ، ومنها ما تعيش متطفلا على النباتات وتسبب لها بعض الامراض مثل صدأ القمح ·

٣ ـ يتركب جدار الخيط في الفطريات من مادة سليولوزية عديدة التسكر تختلف كلية عن سليولوز النباتات اذ يدخل في تركيبه عنصر النيتروجين وتسمى هذه المادة بالكايتين Chitin ، وبالمناسبة ، تدخل هذه المادة في تركيب الهيكل الخارجي للحشرات ·

٤ ـ تتكاثر الفطريات جنسيا ولا جنسيا ، ويحدث التكاثر اللاجنسي عندما تكون الظروف البيئية مناسبة للفطر ويتم ذلك اما بتجزئة الخيوط الفطرية ونمو كل جزء ليشكل فطرا جديدا أو بواسطة التبرعم حيث تعطي الخلية بروزا من جدرانها (الخميرة) تندفع فيه كمية من السيتوبلازم وجزء صغير من النواه لا يلبث في النهاية أن ينفصل مكونا فطرا جديدا ، أما التكاثر الجنسي فيحدث عندما تسوء الظروف ويبدأ باقتراب خيطين لبعضهما البعض (عفن الخبز) لا تلبث أن تتحد محتويات الخيطين معا لتكوين الزيجوت الذي ينمو ويكون فطرا آخر · والفطريات تكون جراثيما Spores كثيرة جدا تختلف اشكالها وطريقة حملها باختلاف الفطريات وتنتشر عادة بواسطة الهواء أو الماء وتنبت الجراثيم في بيئات مختلفة تتوفر فيها درجة الحرارة المناسبة والرطوبة ، وينمو منها خيط انبوبي الشكل يسمى بالانابيب الجرثومية لا تلبث أن تستطيل هذه الانابيب وتتفرع لتكون جسم الفطر الجديد ، وبناء على ما سبق فان الفطريات تصنف في ثلاث مجموعات هي :

١ ـ الفطريات الخيطية : Phycomycetes وخيط الفطر عادة غير مقسم باجزاء عرضية لذا يحتوي الخيط الواحد على عدة أنوية منتشرة في السيتوبلازم ، ومن أمثلتها فطر عفن الخبز الذي يهاجم الخبز والجبنة ويسبب تعفنها وتلفها ، وفطر البياض الزغبي وفطر اللفحة الذي يصيب الخضار بكثرة خاصة البطاطا ·

٢ ـ الفطريات الزقيـة : Ascomycetes وخيط الفطـر مقسم بحواجز عرضية ، وتحمل الجراثيم داخل كيس خاص يسمى الزق Ascus ومن هنا جاءت التسمية ، ومن امثلتها البنيسيليوم Penicillium والبياض الدقيقي والخميرة ·

٣ ـ الفطريات الدعامية : Basidiomycetes وتحمل جراثيمها على دعامات ، ومن امثلتها الفطر المعروف باسم المشروم Mushroom الذي يأكل الانسان بعض أنواعه وكذلك فطر صدأ القمح وفطر التفحم ٠

من الفطريات ما يسبب أمراضا كثيرة خاصة للنباتات وقد يقضي عليها كما في امراض اللفحة والفحم والاصداء وتعفن الثمار والفواكه ، ومنها ما يصيب الانسان والحيوان ويسبب لها المضايقة ، ومنها ما يتلف بعض أدوات الانسان كالجلود والقطن ٠ رغم ذلك فان للفطريات أهمية اقتصادية من حيث أن لها علاقة في صناعات مختلفة كصناعة البيرة والخمور والخبز والجبن وفي عمل المضادات الحيوية كما في البنسلين ٠

رابعا : المملكة النباتية : Kingdom Plantae

تضم المملكة النباتية مجموعتين رئيسيتين من النباتات هما :

١ ـ الحزازيات Bryophytes وهي اما حزازيات قائمة كالموص والفيوناريا ، أو حزازيات منبطحة كالركسيا والماركنتيا ٠

٢ ـ الوعائيـات : Tracheophytes أو النباتات الوعائيـة وتضم بقية النباتات ٠

والحـد الفاصل بـين المجموعتين السابقتين هـو جهـاز التوصل Conducting System ، فالحزازيات أقل تطورا من النباتات الوعائية من حيث أنها بسيطة في تركيبها صغيرة الحجم ولا تحتوي على أنسجة وعائية حقيقية متخصصة لتوصيل الماء والغذاء ، كما لا تملك جذورا حقيقية كتلك الموجودة في النباتات الوعائية ، لكنها تملك ما يسمى باشباه الجذور Rhizoids وأشباه الاوراق التي تبدو ملتفة على ساق النبات تعيش الحزازيات في الاماكن الرطبة على حواف الترع والقنوات المائية وعلى سيقان الاشجار بالقرب من سطح التربة وما زالت تتخذ الماء كوسيلة للاخصاب ٠

وتتميـــز الحزازيات بمـــا يسمـــى بظاهـــرة تبادل الاجيـــال Alternation of Generations ، بمعنى أن النبات يظهر في جيلين يختلف أحدهما عن الآخر اختلافا كبيرا في الشكل والتركيب ، فالجيل الاول هو الجيل الجاميتي Gametophyte الذي يحمل اعضاء التناسل أو الجاميتات المذكرة والمؤنثة والتي تعطي الزيجوت ، الذي لا يلبث أن ينمو ويعطي الجيل الثاني أو الطور الجرثومي الذي يكون الجراثيم والتي بدورها تنمو وتعطي الجيل الجاميتي من جديد وهكذا • والجيل الجاميتي هو السائد في الحزازيات ويحمل عادة الجيل الجرثومي •

أما النباتات الوعائية فتمتاز باحتوائها على جهاز توصيل أو حزم وعائية حقيقية ، وهي تضم مجموعتين من النباتات : السرخسيات كما في كزبرة البئر والنباتات البذرية كما في القمح والفول •

تشبه النباتات السرخسية الحزازيات من حيث وجود ظاهرة تبادل الاجيال من جهة وكذلك وجودها في تربة رطبة خاصة وان الاخصاب لا يتم الا في وجود الماء • لكن السرخسيات تختلف عن الحزازيات من حيث أن الطور الجرثومي فيها هو السائد بينما الجاميتي في الحزازيات هو السائد ، بالاضافة الى أن النبات الجرثومي عند تمام نموه لا يعتمد مطلقا على الجيل الجاميتي كما هو الحال في الحزازيات •

أما النباتات البذرية فلها جهاز توصيل فعال لنقل الماء والاملاح المعدنية الذائبة فيه الى النبات ، ومن ثم توزيع الغذاء على جميع أجزاء النبات عن طريق هذا الجهاز أو ما يسمى بالحزم الوعائية المركبة من الخشب واللحاء • وللنباتات جذور وسيقان وأزهار وأوراق حقيقية ، والنبات الذي نراه عادة يمثل الجيل الجرثومي وهو السائد الذي يحمل الجيل الجاميتي والذي يعطي الجاميتات المذكرة (حبوب اللقاح) والجاميتات المؤنثة (البويضات) ـ وتقسم النباتات البذرية الى مجموعتين هما :

١ ـ نباتات معراة البذور Gymnosperms وفيها توجد البويضات فوق سطح الكرابل المفتوحة وتصل حبوب اللقاح البويضات مباشرة

حيث لا يوجد للمبيض قلم ولا ميسم ويخصبها لتكوين الزيجوت الذي ينمو ليكون البذرة ولذا تظهر البذور خارج الكرابل كما في نباتات السرو والصنوبر ٠

٢ ـ نباتات مغطاة البذور Angiosperms وفيها توجد البويضات داخل المبيض الذي يتميز بوجود قلم وميسم غالبا ، لذا لا تسقط حبوب اللقاح مباشرة على المبيض بل تتصل بالميسم أولا وتنبت هناك لتكون ما يسمى بأنبوبة اللقاح والتي تخترق القلم وتصل البويضات الموجودة داخل المبيض وتخصبها لتعطي الزيجوت الذي ينمو بدوره ليكون البذرة ولذا تتكون البذور داخل المبيض (الثمرة فيما بعد) كما في معظم النباتات البذرية ٠ هذا وتقسم النباتات البذرية عادة الى قسمين هما :

أ ـ نباتات ذوات الفلقة الواحدة ، وفيها يحتوي جنين البذرة على فلقة واحدة كما في نباتات العائلة النجيلية كالقمح والشعير والذرة ٠

ب ـ نباتات ذوات الفلقتين ، وفيها يحتوي جنين البذرة على فلقتين كما في نباتات العائلة البقولية كالفول والحمص والفاصوليا والعدس ٠

خامسا : المملكة الحيوانية : Kingdom Animalia

تضم المملكة الحيوانية عددا كبيرا من الحيوانات العديدة الخلايا . وهي تمثل جانبا مهما من الناحية البيولوجية من حيث عددها وتنوع افرادها واختلاف قبائلها ٠ ولما كان من الصعب حصر هذه الحيوانات لذا سنتعرف على قبائل الحيوانات التي غالبا ما يالفها الانسان ، من هذه القبائل نذكر ما يلي :

١ ـ الحيوانات الاسفنجية (المساميات) : Porifera ومنها حيوان الاسفنج ٠

٢ ـ الحيوانات الجوفمعوية (اللاسعات) : Coelenterata كالهيدرا والمرجان ، وقناديل البحر ، والهلاميات ٠

٣ ــ الديدان المفلطحة : Platyhelmenthes مثل الديدان الشريطية والكبدية والبلهارسيا وديدان البلاناريا ·

٤ ــ الديدان الاسطوانية : Nematoda ومنها الاسكارس والانكلوستوما والدودة الخطافية وديدان الفيلاريا والنيماتود ·

٥ ــ الحيوانات الرخوية : Mollusca مثل الحلازين والبزاقات والحبار والاخطبوط ·

٦ ــ الديدان الحلقية : Annelida ومنها دودة الارض والعلق ·

٧ ــ حيوانات مفصلية الارجل : Arthropoda وهي اكبر القبائل الحيوانية قاطبة اذ تشكل حوالي ٨٠٪ من أنواع الحيوانات المعروفة ويقع ضمن هذه القبيلة العناكب والعقارب والقراد والقشريات وذوات المئة قدم وذوات الألف قدم ··· والحشرات ·

٨ ــ حيوانات شوكية الجلد : Echinodermata ومنها نجم البحر وقنافذ البحر ونجوم البحر الهشة ودولارات الرمل والنجوم الريشية ·

٩ ــ الحيوانات الحبلية (الحبليات) : Chordata وتضم الحيوانات المتقدمة بيولوجيا ، ونظرا لأهميتها وعلاقتها بالانسان فسنلقى بعض الضوء على هذه القبيلة ·

تعتبر الحبليات من أرقى قبائل الحيوان من حيث تعقد اجهزتها خاصة الجهاز العصبي ، كما نجحت هذه المجموعة في التكيف والتأقلم للمعيشة في بيئات متباينة مثل البيئة الصحراوية والماء والمناطق الثلجية والجو والكهوف وتحت التربة · وتضم هذه القبيلة ثلاث تحت قبائل :

١ ــ تحت قبيلة الذيلحبليات Urochordata

٢ ــ تحت قبيلة الرأسحبليات Cephalchordata

٣ - تحت قبيلة الفقاريات Vertebrata التي تضم الغالبية العظمى من الحبليات لدرجة أن اسم الحبليات أصبح مرادفا للفقاريات خاصة أن المجموعتين السابقتين تضم أنواعا قليلة بسيطة التركيب نسبيا لذا يطلق عليها أحيانا بالحبليات الاولية · بالرغم أن الحيوانات الحبلية تضم مجموعات متباينة الا أنها تشترك وتنفرد في صفات اساسية هي :

١ - الحبل العصبي الظهري : Dorsal Nerve Cord ويقع في الجهة الظهرية للحيوان وذلك عكس موقعه في الحيوانات اللافقارية الأخرى فالحبل العصبي (ان وجد) يقع في الجهة البطنية Ventral ، كما يتميز الحبل العصبي الظهري بأنه أجوف ويحوى قناة مركزية تمتد على طوله وتحوى سائلا خاصا ·

٢ - الحبل الظهري : Notochord ويوجد في الاطوار الجنينية لجميع الحبليات ، ويظهر في الحبليات الاولية ويبقى مع الحيوان الكامل ويكون هيكله الداخلي فهو صلب ومرن ، في حين يظهر في أجنة الفقاريات ويختفي ويحل محله العمود الفقري في الحيوان التام النمو ·

٣ - الشقوق الخيشومية البلعومية : Pharyngeal gill slits توجد الفتحات الخيشومية على جانبي البلعوم مرتبة بشكل أزواج خاصة في المراحل الجنينية للحبليات ، وقد تستمر مع الحيوان البالغ وتكون ما يسمى بالخياشيم Gills كما في الحبليات المائية (الاسماك) وقد تتكون في المراحل المتقدمة الرئات (مختلفة المنشا) كما في معظم الحبليات التي تعيش على اليابسة ·

٤ - الذيل : Tail يتكون الذيل من استطالة الجسم خلف فتحة الشرج وهو موجود في الحبليات ما عدا الانسان ·

٥ - الهيكل الداخلي : Endoskeleton وهو هيكل دعامي للحيوان ويكون اما عظميا أو غضروفيا ويتميز بأنه هيكل داخلي ينمو ويكبر مع الجسم ، في حين هياكل الحيوانات الأخرى تكون اما خارجية (كالمفصليات) أو داخلية كما في الحيوانات الاسفنجية أو شوكيات الجلد

بالاضافة الى أنها تبقى ثابتة مما يضطر بعض الحيوانات (كالقشريات والحشرات) للتخلص منها لأجل النمو ٠

تقسم الفقاريات الى سبعة صفوف (طوائف) هي :

١ ـ الاسماك اللافكية Agnatha وهي اسماك عديمة الفكوك ٠

٢ ـ الاسماك الغضروفية Chondrichthyes ومنها سمك القرش ٠

٣ ـ الاسماك العظمية Osteichthyes ومنها سمك البلطي ٠

٤ ـ البرمائيات Amphibia مثل الضفادع والسلمندر ٠

٥ ـ الزواحف Reptilia وتضم الأفاعي والسحالي والسلاحف والتماسيح ٠

٦ ـ الطيور Aves مثل الدجاج والحمام والبط والصقور والبوم ٠٠

٧ ـ الثدييات : Mammalia وتضم مجموعة متباينة في أحجامها واشكالها وبيئاتها ، وهي تتراوح من بضعة سنتمترات كما في حيوان الزبابة القزمة Pygmy Shrew الى ضخامة الفيل والحوت الازرق الذي يصل طوله ثلاثين مترا ويزيد وزنه عن ١٢٠ طنا ، ولهذا تصنف الثدييات في ثلاث مجموعات رئيسية هي :

أولا : الثدييات البائضة Egg-Laying Mammals وتمتاز هذه المجموعة بأن أفرادها تتكاثر بالبيوض لا بالولادة ، فتضع الانثى بيضا يفقس في الخارج ، الا أن الاجنة الناتجة عن الفقس تلعق اللبن الذي يسيل من ثديي الانثى لأن حلمات الاثداء معدومة ، ويقع ضمن هذه المجموعة منقار البط Platypus

ثانيا : الثدييات الكيسية Pouched Mammals ويقع ضمن هذه المجموعة الكنغر Kangaroo الذي يعيش في مناطق مختلفة من استراليا، وتلد الانثى أجنة صغيرة تبلغ بضعة سنتمترات غير تامة النمو لا تلبث أن تزحف الى كيس موجود على بطن الانثى وتلتصق بالحلمات الثديية حتى يكتمل نموها ٠

ثالثا : الثدييات المشيمية Placental Mammals وهي أرقى من الثدييات السابقة ، يتكون ويتطور الجنين الكامل داخل رحم الانثى ويتصل بالرحم بواسطة المشيمة والحبل السري حيث تلتصق المشيمة بجدار الرحم ، هذا ويعتمد الجنين اعتمادا كليا على الأم اذ يحصل على الغذاء والاكسجين من دم الأم (عن طريق المشيمة) ويطرح فيه الفضلات المتكونة داخل جسمه ٠ وينتمي الى هذه المجموعة معظم الحيوانات الثديية بما فيه الانسان ٠

والحديث عن الثدييات طويل جدا اذ تقع في علم مستقل كما سبق أن ذكرنا ، الا أنه لصلتها المباشرة في بيولوجية الانسان ، الذي يعتبر الفكرة الاساسية لهذا الكتاب ، فاني أجد لزاما أن أنوه بأجهزتها الرئيسية العشرة التي سنتحدث عنها بشيء من التفصيل في الفصول القادمة من الوجهة البيولوجية للانسان ، وهي :

١ ـ الجلد ـ غطاء الجسم Integument System (Skin)

٢ ـ الجهاز العظمي (الدعامة) Skeletal System

٣ ـ الجهاز العضلي (الحركة) Muscular System

٤ ـ الجهاز العصبي (الاحساس والتآزر) Nervous System

٥ ـ جهاز الغدد الصماء (التنظيم الهرموني) Endocrine Glands System

٦ ـ الجهاز الدوري (النقل) Circulatory System

٧ ـ الجهاز التنفسي (تبادل الغازات) Respiratory System

٨ ـ الجهاز الهضمي (الهضم والامتصاص) Digestive System

٩ ـ الجهاز البولي (الاخراج) Urinary System

١٠ـ الجهاز التناسلي (التكاثر) Reproductive System

الفصل الثالث

الخلية The Cell

تتركب الكائنات الحية على اختلاف انواعها واشكالها واحجامها من وحدات تركيبية صغيرة تسمى خلايا Cells لها القدرة على القيام بجميع مظاهر الحياة التي تتميز بها الكائنات الحية وذلك بفضل المادة الحية المسماة بالبروتوبلازم Protoplasm والبروتوبلازم نظام معقد من مواد كيماوية وتراكيب متعضية ذات قوام جيلاتيني بسيط يصفه البعض بأنه مستحلب غروي ، وهو نصف صلب أو نصف سائل يمكنه التحول السريع من حالة السيولة Sol الى حالة الصلابة Gel أو العكس ، وقوامه حبيبي ، وتتركب المادة المنتشرة فيه من تجمعات من الجزيئات معلقة في الوسط الانتشاري وهي في حركة دائمة يشار اليها بالحركة البراونية ٠ من حيث التركيب الكيماوي فان اكثر العناصر الكيماوية وفرة في البروتوبلازم هي الاكسجين ٦٢٪ ، كربون ٢٠٪ ، هيدروجين ١٠٪ ، ونيتروجين ٢ر٥٪ وهي مجتمعة تشكل حوالي ٩٥٪ من البروتوبلازم ، والباقي ٤ـ٥٪ فتدخل في تكوينه عناصر بنسب مختلفة مثل الفسفور ، البوتاسيوم ، الكبريت ، الكلور ، الصوديوم ، الكالسيوم ، المغنيسيوم ، النحاس ، الحديد ، الزنك ، والكوبالت والمنغنيز ٠

وبوجه عام ، فان التحليل الكيماوي لخلية حيوانية مثالية في الحيوانات الراقية التامة النمو ، يشير الى أنها تتكون من المركبات التالية (الشكل ٣ ـ ١) :

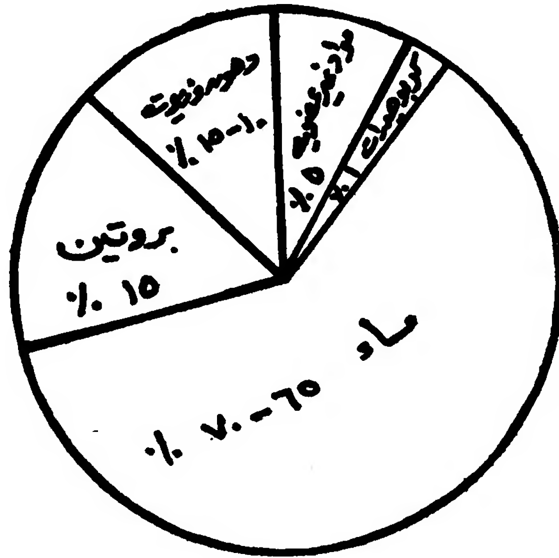
١ ـ ماء ٦٥ ـ ٧٠٪ ٠

٢ ـ بروتين ١٥٪ ٠

٣ ـ دهون وزيوت ١٠ ـ ١٥٪ ٠

٤ ـ كربوهيدرات ١٪ ٠

٥ ـ مواد(أيونات) غير عضوية ٥٪ ٠



الشكل ٣-١
التركيب النسبي لمكونات الخلية الحيوانية
[عن: Hickman et.al., 1979, P.29]

يرجع الفضل في اكتشاف الخلايا الى العالم البريطاني روبرت هوك R. Hooke حيث كان أول من صمم ميكروسكوبا فحص به قطاعات من الفلين فشاهد من خلاله ثقوبا أو فراغات صغيرة شبهها بالثقوب أو النخاريب التي نراها في اقراص العسل وقد اطلق على هذه الثقوب اسم خلايا ، وبعد تطور صناعة الميكروسكوبات المركبة والالكترونية من جهة ، والتقدم الذي أحرز في استعمال الاصباغ الحيوية ومحاليل التثبيت ، توالت الاكتشافات والتفاصيل التركيبية للخلية ومكوناتها ٠

ففي عام ١٨٣٨ استنتج العالم الالماني (عالم نباتي) ماثيوس شلايدن M. Schleiden أن الانسجة النباتية تتركب من وحدات صغيرة هي الخلايا ، وفي السنة التالية أكد ثيودور شوان (عالم حيوان) T. Schwan أن الانسجة الحيوانية أيضا تتألف من وحدات تركيبية هي الخلايا ٠

وبعد ذلك اتسع مفهوم الخلية وعمم العالم الالماني (عالم أمراض) رودلف فيرشو R. Virchow أن الخلايا تنتج من خلايا سابقة لها · ولهذا يمكن القول بأن الفضل يرجع للعلماء شلايدن وشوان وفيرشو في وضع مبدأ بيولوجي هام عرف فيما بعد باسم النظرية الخلوية Cell Theory ، ولقد اقترح بعض العلماء أن تسمى نظرية الكائن الحي Organismal Theory لان التركيز يجب أن يكون على الكائن الحي ككل وليس على الخلية ، وباختصار فان مبدأ النظرية الخلوية تتلخص فيما يلي :

١ ـ الخلية وحدة التركيب أو البناء في الكائن الحي Unit of Structure اجسام الكائنات الحية تتالف من وحدات بنائية هي الخلايا ، فالخلية بمثابة اللبنة الاساسية في تركيب الجسم ومجموعها يعطي النسيج فالعضو فالجهاز فالكائن الحي ـ كما سبق أن أشرنا الى ذلك في الفصل الاول ·

٢ ـ الخلية وحدة الوظيفة في الكائن الحي Unit of Function
ان خلايا الكائن الحي هي التي تقوم وتؤدي الوظيفة أو الوظائف الحيوية المختلفة ، فهي تتغذى وتنمو وتتنفس وتتحرك وتتكاثر ··· وهذا ما نلاحظه حتى في الكائنات الحية الوحيدة الخلية ، أما في الكائنات العديدة الخلايا فقد تؤدي الخلية أو النسيج أو العضو أو الجهاز وظيفة أو أكثر ، فسواء في الانسان الكائن الحي المعقد أو في الاميبا الكائن الحي البسيط ، في كل منهما وظائف حيوية قد تختلف في الظاهر لكنها تتشابه في الاصل ·

٣ ـ الخلية وحدة الانقسام في الكائن الحي Unit of Division
فالخلية تنتج من انقسام خلية سابقة لها ، والكائنات الحية وحيدة الخلية تنقسم خلاياها لتكوين كائنات حية جديدة ، وفي الكائنات الحية عديدة الخلايا تنقسم الخلايا اما لغرض النمو أو لتكوين خلايا تناسلية من أجل التكاثر ، وسنتحدث عن ذلك في الصفحات القادمة ·

٤ ـ الخلية وحدة الوراثة في الكائن الحي Unit of Heredity
كل خلية تحمل المادة الوراثية التي فيها تتمركز أسرار الحياة وتفسر

لنا الصفات المختلفة للكائن الحي ، وتنتج نسخا طبق الاصل وبالتالي تحافظ على نوعها قبل أن تفارق الحياة · ان اسرار الحياة هذه موجودة على صورة شيفرة في المادة الوراثية المعروفة باسم DNA محمولة مع الكروموسومات ، وكل وحدة من وحداتها لها مدلول وراثي معين ومسؤول عن نقل صفة معينة في الكائن الحي ·

تختلف الخلايا في الشكل والحجم والوظيفة · فمن حيث الشكل تتخذ الخلايا اشكالا هندسية مختلفة منها ما يكون كرويا كالبيوض ، ومنها ما يكون مستطيلا أو مطاولا أو اسطوانيا أو شجريا متفرعا كالخلايا العصبية ، ومنها ما يكون مكعبا أو خيطيا كألياف العضل ، ومنها ما له شكل معين الا أن حوافها متعرجة فتبدو غير منتظمة الشكل كخلايا بطانة الفم ، ومنها لا شكل له تتغير اشكالها باستمرار حسب حاجة الحيوان مثل خلايا كرات الدم البيضاء التي توصف بالشكل الاميبي الدائم التغير · كما تختلف الخلايا في احجامها فهي متباينة لدرجة أن بعضها لا يرى في المجاهر المركبة القوية كالخلايا البكتيرية ، ومنها ما يرى بالعين المجردة كخلايا البيوض ، فبيضة الدجاجة مثلا يصل قطرها حوالي ٣ سم وبيضة النعامة أكبر من ذلك · وفي المعدل فان احجام الخلايا يتراوح ما بينه ١٠ ـ ١٠٠ ميكرون (والميكرون = ١٠٠٠ر٠ ملم) ، الا أن هناك خلايا طويلة جدا كالخلايا العصبية اذ قد يصل طول بعضها سبعة اقدام أو يزيد عن ذلك كما في الزرافة · أما بالنسبة للوظيفة فتختلف الخلايا حسب الوظيفة التي تؤديها فهناك خلايا حسية وأخرى حركية وثالثة جنسية وهكذا ·

تركيب الخلية : Cell Structure

مم تتركب الخلية ؟ وما هي اجزاؤها ؟

خذ قشرة رقيقة من حراشف البصل وحاول أن تضعها على شريحة زجاجية تحت الميكروسكوب ماذا تلاحظ ؟ واذا لم يتوفر البصل فحاول أن تقشط بلطف بواسطة منكاش للاسنان جزءا من بطانة فمك وضعها على شريحة زجاجية تحت عدسة الميكروسكوب ماذا تلاحظ ؟ واذا خفت

على بطانة فمك فحاول أن تحصل على قطرة من ماء مستنقع وضعها على شريحة زجاجية تحت عدسة الميكروسكوب ماذا تشاهد ؟ واذا لم تستطع مشاهـــدة أي شيء فحـــاول أن تضيف صبغـــة أزرق الميثيلـــين Mythelene Blue أو صبغة اليود الى التحضيرات السابقة ٠

في الحالة الاولى نشاهد خلايا نباتية مستطيلة أو مطاولة الشكل ، وفي الحالة الثانية نلاحظ خلايا حيوانية مفلطحة غير منتظمة ، وفي الثالثة نشاهد خليطا من كائنات حية أولية صغيرة الحجم ومختلفة في اشكالها واحجامها ٠ ولعلك تستنتج أن الخلايا السابقة الذكر تختلف عن بعضها البعض من حيث الشكل والحجم والوظيفة وتفاصيل مكوناتها ، لكنها برغم ذلك تشترك جميعا في تركيب عام ، ويمكنك أن تميز على الاقل ثلاثة تراكيب اساسية للخلية وهي :

١ ـ الغشاء الخارجي للخلية ٠ Outer membrane

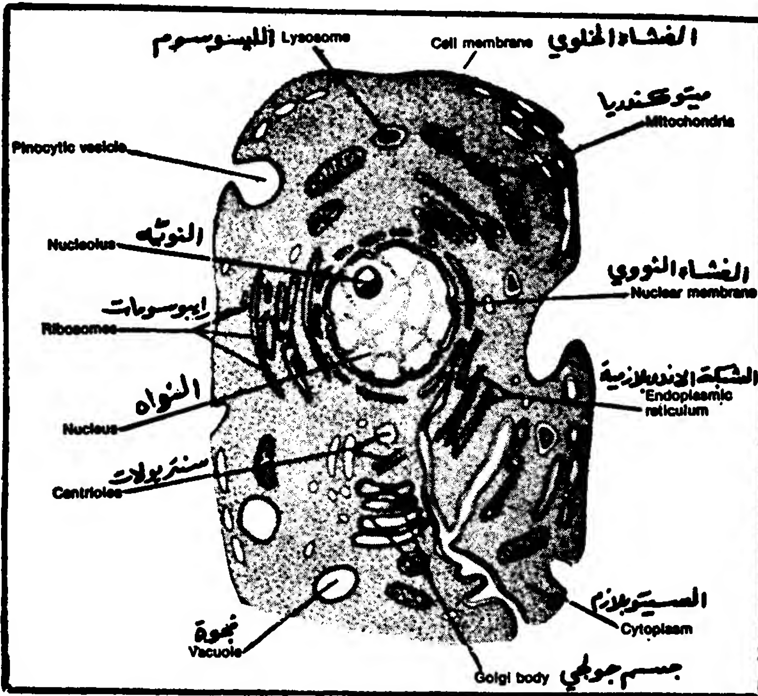
٢ ـ النـــواه ٠ Nucleus

٣ ـ السيتوبلازم ٠ Cytoplasm

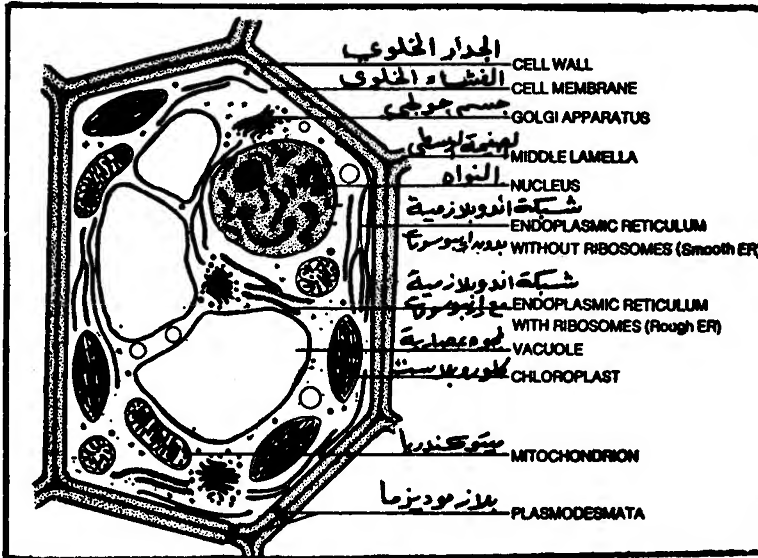
الشكل ٣ ـ٢ والشكل ٣ ـ ٣ يوضحان التركيب العام لمكونات خلية حيوانية وأخرى نباتية على الترتيب ٠ وفيما يلي وصف لمكونات الخلية وأهميتها بالنسبة لبقاء الكائن الحي ٠

اولا : الغشاء الخارجي للخلية : Outer Membrane

عبارة عن سياج الخلية ويشكل خط الدفاع الاول لها ، يختلف تركيبه حسب نوع الخلية ، ففي الخلية النباتية عبارة عن غلاف قوي صلب ميت يسمى الجدار الخلوي Cell Wall ويتخذ شكلا كرويا أو بيضويا أو مطاولا أو غير منتظم ، ويتركب رئيسيا من مادة كربوهيدراتية معقدة التركيب تسمى السليولوز Cellulose مما يعطي حماية افضل للنبات ، وبالرغم أن جدر الخلايا النباتية قوية لكنها تحتفظ بدرجة معينة من المرونة تجعلها قابلة للانحناء دون أن تتكسر ، ولهذا لاغرابة



الشكل ٣ - ٢
خلية حيوانية [Evans, 1976, P.20]



الشكل ٢ - ٢
خلية نباتية [Case, 1979, P.35]

أن نرى أجزاء النبات المختلفة من أوراق وسيقان واعناق تنحني باتجاه الريح وتعود الى وضعها الاصلي دون أن تتضرر ، كما يعطي الجدار الخلوي شكلا ثابتا للخلية بالاضافة الى حماية محتوياتها من الصدمات الخارجية ، ويوجد تحت الجدار الخلوي مباشرة غشاء رقيق يسمى بالغشاء الخلوي Cell Membrane أما في الخلايا الحيوانية فليس لها جدار خلوي بل أن الخليـة محاطة بغشاء رقيق هـو الغشاء الخلـوي أو الغشاء البلازمي Plasma Membrane وهو غشاء رقيق جدا يتراوح سمكه ما بين ٥٠ ــ ١٠٠ أنجستروم (الانجستروم = ٠٫٠٠٠١ ميكرون) يحيط بالخلية الحيوانية ويحفظ مكوناتها ، كما أنه يحدد ما يجب أن يدخل أو يخرج من والى الخلية ، فهو بمثابة «شرطي الخلية» يعمل على تنظيم حركة مرور المواد الذائبة ما بين الخلية والوسط المحيط بها ٠ أما بالنسبة لتركيب الغشاء الخلوي نفسه ، فقد أظهر المجهر الالكتروني أن الغشاء يتركب من مادتين اساسيتين : البروتين والدهون (دهن فسفوري) ، جزيئات من البروتين منسسة في طبقة مزدوجة من الدهون ، ولعل هذا التركيب له علاقة بدخول بعض المواد للخلية وامتناع غيرها ، فقد ذكر أن الغشاء يتصف بظاهرة النفاذية الاختيارية Selective Permeability فيسمح لبعض المواد الذائبة والايونات بالنفاذ داخل الخلية بينما يمنع دخول ايونات ومواد أخرى ، لذا يوصف بأن له القدرة على اختيار ما يلزمه من عناصر غذائية أو أيونات ولو أن هذه الظاهرة تعتمد على عوامل أخرى كتركيز الوسط ودرجة الحرارة وفسيولوجية الخلية بوجه عام ٠

ومما يجدر ذكره أن بعض الانواع المتخصصة من الخلايا والانسجة الحيوانية كثيرا ما يخرج منها زوائد خلوية اما هدبية أو سوطية ٠ والاهداب قصيرة كثيرة العدد عادة تنتشر بكثرة في خلايا وأنسجة الانسان خاصة في انسجة القنوات ، والهدب والسوط متشابهان من حيث التركيب ، ويتركب كل منهما من أنيبيبات Microtubules تظهر في القطاع العرضي مرتبة في تسعة أزواج تحيط بأنبوبتين مفردتين في الوسط وهذا ما يشار

اليه بنظام (٩ + ٢) · أما أصلها فتنشأ من أجسام قاعدية تسمى في حالات خاصة الكينوتوسومات Kinetosomes (تشبه السنتريولات) وهي المسؤولة عن حركة الاهداب والاسواط أيضا ·

ثانيا : النـــواة : Nucleus

أبرز مكونات الخلية واكثرها وضوحا ، وتظهر كجسم كروي قاتم لكن شكلها له علاقة بالشكل العام للخلية فهي كروية الشكل بالخلايا المستديرة ، ومستطيلة في الخلايا المستطيلة أو غير منتظمة كما في أنوية كرات الدم البيضاء ، وتتوسط النواة عادة الخلية خاصة في الخلايا الحيوانية لكنها تبدو جانبية الموضع في الخلايا النباتية (لماذا ؟) · تعتبر النواة أكبر اجزاء الخلية ويمكن مشاهدتها بسهولة خاصة عند اضافة الصبغات المناسبة كصبغة أزرق الميثيلين أو اليود · يختلف عدد الانوية في الخلية لكنها واحدة في الاحوال العادية وهذا لا يمنع من وجود اكثر من نواة داخل الخلية كما في ألياف العضلات الهيكلية في الانسان وبعض الهدبيات ، هذا وقد تفقد الخلية نواتها في أحد مراحل تطورها كما في كرات الدم الحمراء لمعظم الثدييات بما فيه الانسان ·

تتركب النواة من أربعة اجزاء هي :

أ ـ الغلاف النووي : Nucleur Membrane

يحيط بالنواة ويحفظ مكوناتها ، ويتخلله ثقوب صغيرة جدا تسمح باتصال مباشر بين محتويات النواة وسيتوبلازم الخلية وبالتالي تنظم تبادل حركة مرور المواد والايونات بين النواة والسيتوبلازم · ويتركب الغلاف النووي من غشائين : داخلي وآخر خارجي يتصل بالغشاء الخلوي عن طريق ممرات وقنوات الشبكة الاندوبلازمية ·

ب ـ السائل النووي : Nucleur Sap

سائل يملأ النواة وتنغمس فيه جميع محتويات النواة ، ويتركب من مواد عضوية وبروتينات وسكريات واحماض أمينية وأنزيمات التي تصل السيتوبلازم عن طريق الثقوب الموجودة بالغلاف النووي ·

ج ـ النويـــة : Nucleolus

عبارة عن جسيم صغير كروي الشكل وعددها واحدة أو اكثر ٠ والنوية غنية بالاحماض النووية (RNA) والبروتينات ، ولهذا لها علاقة مباشرة في تكوين الرايبوسومات (rRNA) الضرورية لتكوين البروتينات في الخلية ٠

د ـ الشبكة الكروماتينية ـ الكروموسومات : Chromatin net

وهي عبارة عن خيوط رفيعة متشابكة مع بعضها فتبدو كالشبكة احيانا ومن هنا جاءت التسمية ، والخيوط هذه عبارة عن الكروموسومات الحاملة للمادة الوراثية DNA ويمكن مشاهدتها بوضوح تحت عدسة المجهر خاصة في حالة انقسام الخلية لانها تساهم مباشرة في انقسام الخلية ٠ وعدد الكروموسومات ثابت بالنسبة للنوع الواحد ، ففي الانسان ٤٦ كروموسوما في خلاياه الجسدية ، والقط ٣٨ ، والكلب ٥٢ ، والفار ٤٠ ، وذبابة الفاكهة ٨ ، وقد يقتصر العدد على كروموسومين كما في بعض الديدان الاسطوانية (الاسكارس) ٠

مما سبق يتضح لنا أن النواة لها أهمية كبيرة داخل الخلية ، ويتضح ذلك في أمرين : الاول انها تحمل المادة الوراثية المحمولة مع الكروموسومات المعروفة باسم DNA وكل جزء أو وحدة منها مسؤول عن صفة معينة في الكائن الحي ، وهكذا يتم ضمان نقل المعلومات الوراثية من خلية لأخرى أو من الآباء الى الأبناء ٠ والثاني أنها تضاعف ما بها من مواد وراثية DNA Replication أو RNA بعد ذلك تترجم المعلومات الوراثية الاساسية الى بروتينات (أنزيمات) بها تتحدد نوعية الخلية ووظيفتها في مسيرة الكائن الحي ٠

ثالثا : السيتوبلازم : Cytoplasm

عبارة عن المادة البروتوبلازمية أو الوسط الذي تنغمس فيه النواة والاجزاء الخلوية الاخرى (العضيات) وهي : الشبكة الاندوبلازمية ، اجسام جولجي ، الميتوكنريا ، الرايبوسومات ، الليسوسومات ، السنتريولات ،

فجوات خلوية ، والبلاستيدات • كما تنتشر في السيتوبلازم اجسام خلوية غير حية تظهر على شكل حبيبات كروية منها حبيبات تخزين (حبيبات النشأ الحيواني ــ جلايكوجين) ، وحبيبات دهنية وافرازية وصبغية •

١ ــ الشبكة الاندوبلازمية : Endoplasmic Reticulum

عبارة عن انبعاجات داخل السيتوبلازم وتتصل بالغلاف النووي فتزيد مساحة السطح المعرض للخلية وبالتالي زيادة فعالية نشاطاتها الحيوية ، وهي موجودة في الخلايا الحيوانية والنباتية على السواء ، وتبدو تحت الميكروسكوب على شكل ممرات أو اكياس تحيط بها أغشية مكونة من بروتين ودهون ، وتعمل على توصيل المواد ما بين الاجزاء الخلوية في السيتوبلازم من جهة ، ومن النواة الى خارج الخلية أو العكس من جهة ثانية ، كما أن انتشارها في السيتوبلازم على شكل قنوات تقسم الخلية الى أجزاء أو اقسام فتكسب الخلية وسيلة دعامية ، والشبكة الاندوبلازمية على نوعين :

أ ــ الشبكة الاندوبلازمية الخشنة Rough E. R. وتنتشر عليها وحدات صغيرة أو حبيبات كروية تسمى الرايبوسومات تعمل كمراكز لبناء وتكوين البروتينات •

ب ــ الشبكة الاندوبلازمية الناعمة Smooth E. R. ليس عليها حبيبات الرايبوسومات ، وتعمل على نقل المواد المصنوعة داخل الخلية نفسها ، كما تساهم في بناء المواد الدهنية وبعض مكونات الخلية الاخرى كاجسام جولجي •

٢ ــ اجسام جولجي : Golgi bodies

توجد في خلايا الحيوان والنبات على السواء ، وسميت كذلك نسبة الى مكتشفها العالم الايطالي Camillo Golgi عام ١٨٩٨ ، تظهر داخل الخلية على شكل بالونات مضغوطة من وسطها (صهاريج) ، وتتركب من قسمين : اكياس متطاولة رقيقة الجدر تبدو موازية لبعضها البعض ، ومن حويصلات مستديرة تحدها اغشية رقيقة موجودة بالقرب من حافة

الاكياس · أما اهميتها فترجع كونها مراكز افراز أو مراكز تجميع للبروتينات والانزيمات ، لذا يزداد عددها في الخلايا الافرازية ، فتعمل على تجميع المواد المصنوعة بواسطة الرايبوسومات وتخزينها في الحويصلات بحيث يمكن أن تتحرك بعد ذلك الى اماكن أخرى سواء داخل الخلية أو الى سطح الغشاء الخلوي الى خارج الخلية حسب الحاجة ·

٣ ـ الميتوكندريا : Mitochondria

جسيم سيتوبلازمي تنتشر في جميع الخلايا ما عدا كرات الدم الحمراء في الثديبات ، وهي غير موجودة ـ كما ذكرنا سابقا ـ في البدائيات · تختلف الميتوكندريا في الشكل الخارجي فتتراوح ما بين عضية اسطوانية أو كروية أو خيطية الشكل مما يشير الى أنها تغير شكلها حسب الناحية الفسيولوجية للخلية بالاضافة الى وجود اشكال متباينة منها ، كما تختلف في العدد والحجم (٢ر٠ ــ ٥ ميكرون) لكنها تكون موزعة توزيعا متجانسا داخل الخلية أو قد تتركز في منطقة معينة اذا دعت حاجة الخلية ذلك · اما من حيث تركيبها الكيماوي فقد أظهر المجهر الالكتروني أن بها DNA على شكل خيط دائري ورايبوسومات وأنها ـ مكونة من اغشية مزدوجة من البروتين والدهون ، الغشاء الخارجي يتحكم في مرور جزيئات المواد الكيماوية مـن والى داخل الميتوكندريا والغشاء الداخلي كثير التعـرج والانطواء يشكل نتؤات وبروزات عديدة اصبعية الشكل متجهة للداخل تسمى الكرستات أو الاعراف Cristae فتزيد بذلك مساحة سطحها ، ويقع بين هذه الاعراف المادة المسماة بالمادة الخلالية · أما بالنسبة لوظيفتها فلها أهمية كبيرة داخل الخلية ، فهي تعتبر مراكز لانزيمات التنفس اللازمة لتوليد الطاقة (ATP) لتشغيل الخلية والكائن الحي ولذلك يطلق عليها بمحطات أو بيوت الطاقة Power House ، وعليه فالمادة الاساسية للميتوكندريا كما تشير الدلائل تعتبر مركزا لدورة كريبس Krebs Cycle حيث توجد انزيمات التنفس الخاصة بذلك ، في حين الغشاء الداخلي يتمم انتاج الطاقة في مرور الالكترونات في النظام المعروف باسم سلسلة نقل الالكترونات E. T. C. ·

٤ ـ الرايبوسومات : Ribosomes

عبارة عن حبيبات صغيرة كروية الشكل موجودة في خلايا الحيوان والنبات والبدائيات · توجد اما على أغشية الشبكة الاندوبلازمية أو معلقة حرة في السيتوبلازم · وتتركب من حوالي ٦٠٪ RNA ، ٤٠٪ بروتين ، ولها علاقة مباشرة في بناء وتكوين البروتينات في الخلية ·

٥ ـ الليسوسومات : Lysosomes

اجسام أو اكياس كروية الشكل منتشرة في السيتوبلازم وذات غشاء مفرد رقيق تحوي كمية كبيرة من انزيمات التحليل المائي ، لذا يعتقد أن وظيفتها هضمية ، اذ تطلق محتوياتها لتهضم ما يصل للخلية من مواد غريبة (هضم داخل الخلايا) ، كذلك عندما تهرم أو تتلف الخلية فانها تطلق محتوياتها الانزيمية لتحطم الخلية ، أو تحطم خلايا انتهت وظيفتها أو عملها كما في حالات تطور يرقات الضفادع مثلا (أبو ذنيبة) الى ضفدع بالغ عديم الذيل اذ تفرغ انزيماتها وتتلف خلايا الذيل الذي لم يعد له فائدة · كما أن الليسوسومات هي المسؤولة عن هضم الغذاء في الخلايا ذات الفراغات الغذائية خاصة في الكائنات الحيوانية الوحيدة الخلية ·

٦ ـ السنتريولات (الاجسام المركزية) : Centrioles

هي اجسام سيتوبلازمية اسطوانية أو عصوية الشكل توجد بالقرب من النواة في الخلايا الحيوانية لكنها غالبا مفقودة في النباتات الراقية ، وقد تفقدها بعض الخلايا الحيوانية التي فقدت قدرتها على الانقسام كالخلايا العصبية أو كرات الدم الحمراء ، وتتألف من نقطة مركزية أو نقطتين مركزيتين لهما علاقة مباشرة في انقسام الخلية ، تبتعد نقطتا الجسم المركزي الى قطبي الخلية المتقابلين اثناء انقسام الخلية ويرتبطان ببعضهما بالخيوط المغزلية التي تصطف عليها الكروموسومات ·

٧ ـ البلاستيدات : Plastids

تعتبر البلاستيدات اوضح الاجزاء السيتوبلازمية في الخلايا النباتية التامة النمو لكنها مفقودة في الخلايا الحيوانية · وتصنف البلاستيدات تبعا للصبغة الى نوعين :

أ ـ بلاستيدات ملونة ، وتحمل اصباغا تكسبها ألوانا خاصة مميزة لها ، وأهمها البلاستيدات الخضراء Chloroplast التي تحتوي على صبغة الكلورفيل ومنها كلورفيل أ ، ب ، وهي التي تعطي اللون الاخضر الى الكثير من الخلايا النباتية ، وقد يوجد معها صبغات أخرى كالكاروتين والزانثوفيل وقد تحجب الصبغة الخضراء نظرا لكثرتها كما في كثير من الطحالب · وترجع أهمية البلاستيدات الخضراء الى ضرورتها في عملية التمثيل الكلوفيلي لتحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيماوية · أما من حيث التركيب فهي تشبه الميتوكندريا من حيث أنها محاطة بغشاء مزدوج من البروتين والدهون لدرجة أن بعض العلماء يعتقد أنها نشأت منها · كما تحتوي الكلوروبلاست (كالميتوكندريا) على DNA ورايبوسومات ·

وتتألف الكلوروبلاست من جزئين هما : صفوف متراصة من اغشية قرصية تسمى الجرانا Grana وترتبط بالتفاعل الضوئي لانتاج الطاقة وحاملات هيدروجين الماء ، ومن مادة اساسية تملأ المسافات المحيطة وتسمى الستروما Stroma التي ترتبط بتثبيت ثاني اكسيد الكربون من الجو الى مركبات عضوية كربوهيدراتية · ورغم أنها توجد باشكال مختلفة الا انها غالبا ما تبدو بيضوية كثمرة الخيار أو كروية الشكل احيانا ، وهناك بلاستيدات ملونة أخرى كالبلاستيدات الصفراء والحمراء والبنية ليس لها القدرة على التمثيل الكلورفيلي لكنها تعطي ألوانا زاهية لبعض اعضاء النبات المختلفة كما في الاوراق الزهرية (البتلات) وأجزاء النبات الأخرى ·

ب ـ بلاستيدات غير ملونة (البيضاء) : Leucoplasts

تفتقر الى الصبغة ولذلك تبدو بيضاء لا لون لها ، وظيفتها تخزين المواد النشوية أو الدهنية أو البروتينية ، هذا ويمكن أن تتحول هذه البلاستيدات الى بلاستيدات ملونة عند تعرضها للضوء كما نشاهد في درنات البطاطا العادية من حين لاخر عندما تتكشف وتتعرض للضوء فتبدو درناتها خضراء اللون ·

٨ ـ الفجوات الخلوية : Vacuoles

توجد الفجوات الخلوية في الخلايا النباتية وتكون صغيرة وكثيرة العدد في الخلايا النباتية الغضة التي لا تلبث أن تندمج مع بعضها لتكون فجوة خلوية (عصارية) مركزية تشغل حيزا كبيرا من الخلية يصل الى ٩٠٪ من حجم الخلية • كما تحتوي الخلايا الحيوانية على فجوات خلوية تكون صغيرة الحجم وكثيرة تختلف طبيعتها عن نظيرتها في الخلايا النباتية ، تمتليء الفجوة بمحلول مائي خفيف الحموضة يسمى العصير الخلوي يحتوي على أنواع مختلفة من الاملاح المعدنية (نترات ، كبرتيات ، وفوسفات) والمواد السكرية وبعض الاحماض العضوية ومواد دهنية وأخرى بروتينية ذائبة ومواد صبغية ، ولهذا نرى أن الفجوة تستخدم كمخزن أو كمركز لتجميع «نفايات» الخلية حتى ولو كان ذلك مؤقتا • ونتيجة لذلك ، تصبح الخلية ذات تركيز معين له أهمية كبرى في التنظيم الاسموزي الخلوي خاصة للنباتات ، ونظرا لتركيز المحلول المائي داخل الفجوة ينشأ عن ذلك ضغط اسموزي يسبب انتقال الماء من التربة الى الشعيرات الجذرية للنبات • هل تعرف الان لماذا تفشل أو تموت النباتات في الاراضي المالحة ؟

انقسام الخلية Cell Division

ذكرنا سابقا أن الخلية تنشأ من انقسام خلية سابقة لها ، وأن المادة الوراثية ـ DNA له القدرة على مضاعفة نفسه ، والسؤال الذي يطرح نفسه هو ما الذي يدفع الخلية للانقسام ؟ ولماذا تنقسمالخلية ؟

لا يعرف بالضبط السبب المباشر الذي يدفع الخلية للانقسام ، لكن هناك فرضية تقول أن الكتلة التي يمكن لخلية ما أن تصلها محدود فاذا ما زادت عن ذلك فانها تنقسم • مقابل ذلك هناك خلايا تنقسم وهي صغيرة دون أن تكبر في الحجم فكيف يمكن تفسير ذلك ؟ بوجه عام ، نلاحظ ان هناك خلايا تنقسم باستمرار كما في بعض خلايا الكائنات الحية الاولية وكذلك خلايا الكائنات الاخرى عديدة الخلايا التي تعتبر مراكز النمو في

النبات والحيوان • وهناك بعض الخلايا المتخصصة كالخلايا العصبية وكرات الدم الحمراء في الانسان لا تنقسم اذا ما بلغت تمام النمو • ومجموعة ثالثة من الخلايا تحتفظ بالقدرة على الانقسام ، ولا تنقسم الا تحت ظروف معينة كخلايا كبد الانسان ، فقد ذكرت التقارير العلمية أن خلايا الكبد لا تنقسم في ظل الاحوال العادية ، لكن اذا ما جرح الكبد أو اقتطع منه قطعة حتى ثلثية أو تلف جزء منه ، فان خلايا الثلث الباقي تنقسم حتى تعوض الجزء المفقود وعندها تتوقف الخلايا عن الانقسام ، وكذلك يمكن القول بالنسبة لبعض الحيوانات التي لها القدرة على تعويض وتجديد الاجزاء المفقودة منها كديدان الارض والبلاناريا ونجم البحر • والحقيقة أن الخلية تنقسم ، وانقسامها سر من اسرار الحياة ربما يتحكم به اكثر من عامل منها تخصص الخلايا ، والتغذية وفسيولوجية الخلية • ولو قدر للعلماء ان يعرفوا الدافع الذي يتحكم في انقسام الخلايا لكان لذلك اهمية كبرى في الحياة ولاعطى العلماء الضوء أو القدرة في التحكم في امراض السرطان Cancer حيث تنقسم خلاياه باستمرار دون أي هدف أو فائدة للجسم وبصورة غير طبيعية وغير منتظمة ولا تخضع لسيطرة الجسم وذلك على حساب طاقة الجسم مما يؤدي الى وفاة المصاب اذا لم يعالج في الوقت المناسب • ومهما يكن الامر فان تخصص الخلايا ووظائفها ربما يدفع الخلية لان تنقسم ، فالخلايا التناسلية تنقسم لغرض التكاثر ، وخلايا الجلد تنقسم لغرض التجديد أو اصلاح تلف ما ، وعليه ، فان هناك نوعين من انقسام الخلية هما : الانقسام غير المباشر والانقسام الاختزالي •

أولا : الانقسام غير المباشر : Mitosis

يحدث الانقسام غير المباشر في الخلايا الجسدية Somatic Cells للكائنات الحية الوحيدة الخلية والعديدة الخلايا على السواء ، لكن الهدف في كل منهما يختلف ، ففي الكائنات الوحيدة الخلية يكون الهدف منه التكاثر أو زيادة العدد ، فالأميبا مثلا أو البراميسيوم تنقسم انقساما غير مباشر لتكـون فرديـن جديديـن وقـد يطلق عليه الانشطار الثنائي Binary fission أما اذا حدث في الكائنات العديدة الخلايا (الانسان)

فان الغرض منه هو النمو أو اصلاح انسجة الجسم التي اصابها تلف أو تجديد الجلد ، فالانقسام غير المباشر هو الطريقة التي بواسطتها تنمو الكائنات الحية متعددة الخلايا • فعلى سبيل المثال ، كل واحد منا بدأ كخلية اولية تسمى الزيجوت Zygote الذي ينقسم انقسامات غير مباشرة حتى يصبح انسانا تام النمو معقد التركيب ، حتى اذا وصل الكائن الحي تمام النمو فان الانقسام غير المباشر لا يتوقف خاصة في مراكز النمو للنبات والحيوان • ففي الانسان مثلا تنقسم خلايا الجلد لتجدد الخلايا الميتة باستمرار وكذلك خلايا الامعاء تتجدد باستمرار نتيجة لموت قسم كبير منها في عملية الهضم والامتصاص ، وكذلك اذا جرح الانسان فان الخلايا المجاورة للجرح تنشط وتنقسم حتى تغلق الجرح • وفي الحيوانات التي لها القدرة على تجديد الجزء المقطوع أو التالف فقد تنقسم انقساما غير مباشر لهدف التكاثر ، فدودة الارض Earth worm أو البلاناريا Planaria اذا ما قطعت الى جزئين فان كل جزء قد ينقسم ليكون حيوانا جديدا ، ونفس الشيء يحدث في النباتات الراقية فهناك كثير من النباتات تتكاثر خضريا بواسطة العقل أو الفسائل أو الترقيد ، هذا ويحدث الانقسام غير المباشر عادة في مناطق النمو للنبات كما في القمم النامية للجذر والساق والكمبيوم •

بالرغم أن مراحل انقسام الخلية متتابعة لا يوجد بينها فواصل محددة الا أن العادة جرت أن العلماء يقسمونها الى مراحل وخطوات تسهيلا للدراسة والاستيعاب ، وهنا لا بد من الاشارة الى أمرين هما :

أ ـ انقسام محتويات النواة وملاحظة سلوك الكروموسومات أو ما يسمى بالانقسام النووي Karyokinesis •

ب ـ انقسام السيتوبلازم أو الانقسام السيتوبلازمي Cytokinesis

وباختصار ، الانقسام غير المباشر يعني انقسام محتويات النواه والسيتوبلازم الى قسمين متكافئين ينتهي بتكوين خليتين ذات مجموعتين

متشابهتين من الكروموسومات ومكونات الخلية الأخرى · وتقسم مراحل الانقسام غير المباشر عادة الى خمس مراحل هي :

١ ـ المرحلة البينية	Interphase
٢ ـ المرحلة التمهيدية	Prophase
٣ ـ المرحلة الاستوائية	Metaphase
٤ ـ المرحلة الانفصالية	Anaphase
٥ ـ المرحلة النهائية	Telophase

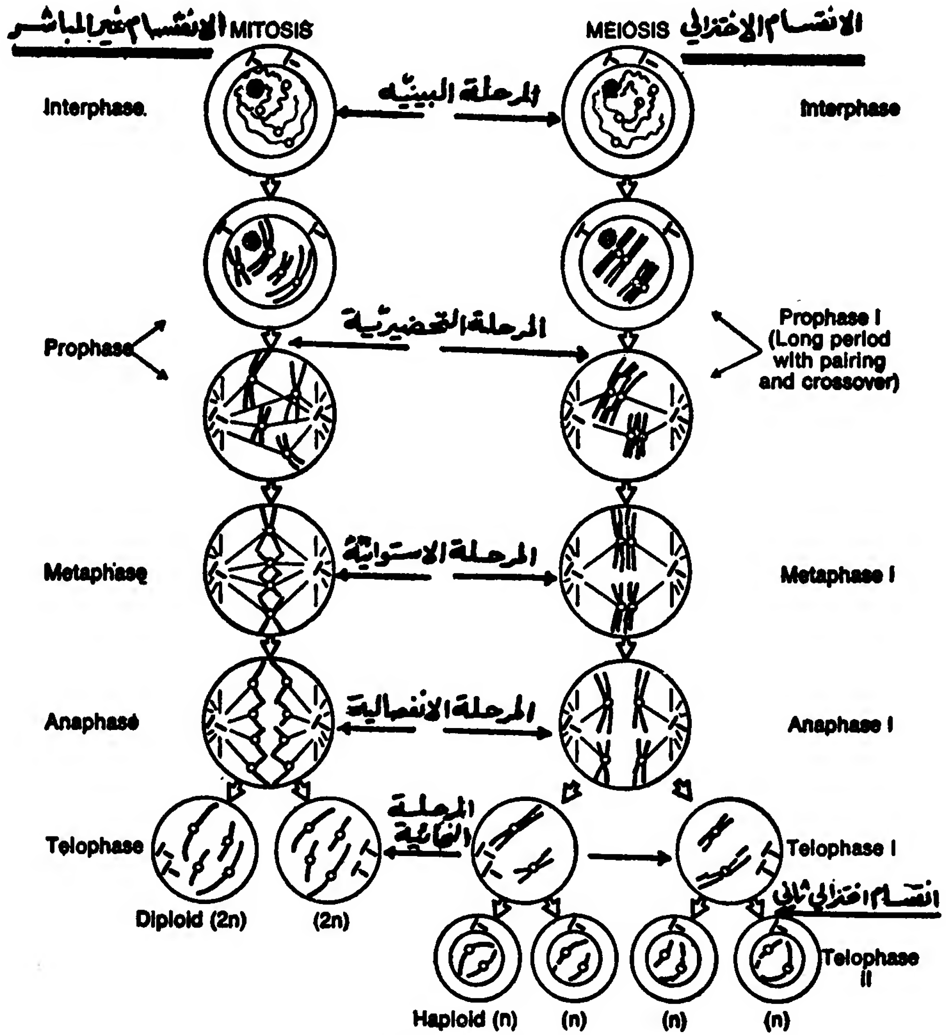
واليك وصفا موجزا لما يحدث في هذه المراحل (لاحظ الشكل ٣ـ٤) ·

١ ـ المرحلة البينية : Interphase

وهي المرحلة التي تقع بين كل انقسامين متتاليين وفيها تتهيأ الخلية للانقسام ، وعلى الرغم انها لا تعتبر جزءا من انقسام الخلية حيث أن الخلية توصف بأنها في حالة سكون ، الا أن الخلية في الاصل هي في حالة نشاط حيوي وفسيولوجي مستمر ، وأهم ما يحدث في هذه المرحلة هو مضاعفة المادة الوراثية DNA وبالتالي تهيئة الخلية للانقسام ·

٢ ـ المرحلة التمهيدية : Prophase

تعتبر هذه المرحلة أطول مراحل الانقسام زمنيا اذ تاخذ حوالي ٦٠٪ من الزمن اللازم لانقسام الخلية · في بداية هذه المرحلة تتميز الشبكة الكروماتينية الى خيوط رفيعة تسمى الكروموسومات عددها ثابت في النوع الواحد فهي في خلايا الانسان الجسدية ٤٦ كروموسوما ، ويبدو كل كروموسوم مكونا من خيطين رفيعين متشابهين تماما وملتصقين طوليا بنقطة تسمى سنترومير أو Kinetochore وكل خيط يسمى كروماتيد Chromatid · كما ينقسم الجسم المركزي (السنتريول) الى قسمين (اذا لم يوجد اثنان في الاصل) وينفصل الجسمان المركزيان ويبتعدان عن بعضهما ليتخذا وضعين متقابلين في قطبي الخلية ، ويستقطب كل منهما



الشكل ٣ ــ ٤

مراحل الانقسام غير المباشر (اليسار)
ومراحل الانقسام الاختزالي (اليمين)
(Wilson, 1978, p. 26)

حوله جزءا من السيتوبلازم كما تبدأ الخيوط المغزلية بالتشكل والظهور وتبدأ النوية بالاختفاء وتقصر وتغلظ الكروموسومات ويختفي الغشاء النووي معلنا نهاية المرحلة التمهيدية ٠

٣ ـ المرحلة الاستوائية : Metaphase

تبدو الكروموسومات في هذه المرحلة قصيرة وغليظة غير منظمة ، لكنها لا تلبث أن تتحرك حركة موضعية بما تسمح به الخيوط المغزلية وذلك لترتب نفسها في وسط الخلية ، وفي النهاية تبدو وقد ترتبت واصطفت في وسط الخلية وهي عادة مرتبطة بالخيوط المغزلية بواسطة السنترومبرات، وبالمناسبة يمكن معرفة عدد الكروموسومات عن طريق عد السنترومبرات وليس الخيوط لأنه من الصعب معرفة ذلك ٠

٤ ـ المرحلة الانفصالية : Anaphase

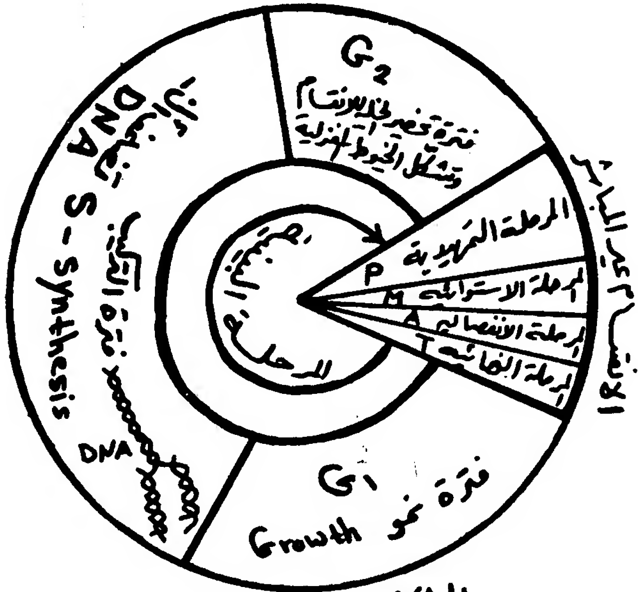
كما يدل الاسم ، فان السنترومبرات تنقسم وتبدأ الكروماتيدات (الكروموسومات فيما بعد) بالانفصال عن بعضها ببطء مشدودة بالخيوط المغزلية الى قطبي الخلية وتنجذب عادة السنترومبرات أولا ثم تتبعها أذرع الكروموسومات وبهذا تتشكل مجموعتان متشابهتان من الكروموسومات الجديدة (٤٦ كروموسوم في كل قطب في الانسان) عند قطبي الخلية وتبدو على شكل ٨ ، ٧ على الترتيب ٠

٥ ـ المرحلة النهائية : Telophase

تبدأ الخيوط المغزلية بالاختفاء ، كما يحدث اختناق في السيتوبلازم ويتكون سنتريول جديد في كل قطب ، ويبدأ الغشاء النووي والنوية بالظهور وتبدو الكروموسومات أقل وضوحا مما كانت عليه سابقا ولذلك تعتبر هذه المرحلة معاكسة لما يحدث في المرحلة التمهيدية ، ثم يزداد اختناق السيتوبلازم ويمتد الى وسط الخلية ويزداد عمقا حتى يتم انفصاله الى قسمين يحيط كل منهما بأحد نصفي النواة (انقسام سيتوبلازمي) ٠ وهكذا ينتج خليتان جديدتان في كل منهما عدد متساوي من الكروموسومات (العدد الثنائي Diploid - 2n) والتراكيب الخلوية الأخرى ٠

دورة الخلية : Cell Cycle

الوقت اللازم لانقسام الخلية انقساما غير مباشر يختلف عادة حسب نوع الخلية المنقسمة ودرجة الحرارة والغذاء وهو في المتوسط يتراوح ما بين ½ الى أربع ساعات ٠



الشكل ٣-٥

دورة الخلية (عن : Curtis, 1977, 119)

والخلايا المنقسمة تمر في دورة مرتبة ومنظمة تسمى دورة الخلية (الشكل ٣ـ٥) وتقسم الى فترات هي :

١ ـ فترة التركيب (Synthesis) أو S-Phase وفيها يتضاعف مركب المادة الوراثية DNA ٠

٢ ـ فترة الفجوة (Gap) أو G-Phase وهي تشمل فترتين :

أ ـ فترة ما بعد التركيب (G2) وهي الفترة الواقعة ما بين فترة التركيب وقبل البدء بالانقسام غير المباشر ، وفيها تتهيأ وتستعد الخلية

للانقسام ، كما يتم فيها تكوين تراكيب لها أهمية كبيرة في انقسام الخلية مثل تشكيل الخيوط المغزلية ٠

ب ــ فترة ما قبل التركيب (G1) وهي الفترة الواقعة بعد الانقسام غير المباشر وقبل فترة التركيب ، وهي تعتبر فترة النمو من حيث أن الخلايا الناتجة من الانقسام تكون صغيرة الحجم فلا بد لها اذن من أن تنمو حتى تأخذ الشكل والحجم المميز لها في النسيج الاصلي الذي تنتمي اليه ٠ بالاضافة الى ما سبق ، تذكر بعد التقارير العلمية أن بعض «المواد الكيماوية» تتكون في هذه الفترة تشجع أو تمنع بدء مرحلة التركيب ، وبهذا تحدد ما اذا كانت الخلية ستنقسم ام لا ، هذا ولو قدر للعلماء أن يعرفوا هذه «المواد الكيماوية» لكان لذلك اهمية كبرى في بدء السيطرة على خلايا السرطان التي تنقسم باستمرار دون حاجة أو فائدة للجسم ٠

الانقسام الاختزالي : Meiosis (Reduction Division)

يحدث الانقسام الاختزالي في الاعضاء أو الخلايا التناسلية للكائن الحي وذلك لتكوين الجاميتات المذكرة والجاميتات المؤنثة لغرض التناسل ، ففي الحيوان بما في ذلك الانسان ، يحدث هذا الانقسام في الخصى لتكوين الحيوانات المنوية Sperms وفي الانثى يحدث في المبايض لتكوين البويضات Ova ٠ اما في النبات فيحدث في اعضاء الزهرة التناسلية في الطلع أو السداة لتكوين حبوب اللقاح ، وفي المتاع أو الكربلة لتكوين البويضات ٠ وكما تدل التسمية ، لا بد من اختزال عدد الكروموسومات الى النصف حتى يظل عدد الكروموسومات ثابتا في الأجيال المختلفة للنوع الواحد ، فاذا اعتبرنا كل بويضة مخصبة لأي كائن حي عبارة عن اتحاد جاميت ذكري وآخر انثوي فان هذا يعني اجتماع الكروموسومات في خلية واحدة ، ومعنى هذا أنه اذا لم يحدث اختزال للكروموسومات فسيؤدي ذلك الى تضاعف عددها بحيث لا يحافظ الفرد الواحد على نوعه ، اذن لا بد من اختزال عدد الكروموسومات في الجاميتات بالذات حتى يعود العدد الى اصله عند التقائهما مرة ثانية وهـذا بالضبط مـا يحدث في الانقسام

الاختزالي · ففي الانسان مثلا هناك نوعان من الخلايا : خلايا جسدية Somatic Cells وفيها ٤٦ كروموسوما أي العدد الزوجي أو الثنائي للكروموسومات ويشار له اصطلاحا (Diploid (2n ، والخلايا التناسلية وفيها ٢٣ كروموسوما اي العدد الفردي أو الاحادي للكروموسات ويشار له (Haploid (n فاذا حدث جماع أو تسافد بين الذكر والانثى والتقى الحيوان المنوي مع البويضة تندمج نواتهما ويتكون الزيجوت وبه العدد الاصلي (٤٦) من الكروموسومات ·

بالرغم أن خطوات الانقسام الاختزالي اكثر تعقيدا من نظيرتها في الانقسام غير المباشر لكنها من حيث المبدأ مشابهة لها مع بعض الاختلافات البسيطة هنا وهناك · والانقسام الاختزالي عبارة عن انقسامين متتاليين همـــا :

أ ـ الانقسام الاختزالي الأول ، وفيه تختزل عدد الكروموسومات (2n) الى النصف (n) وينتج عنه نواتان (خليتان) جديدتان في كل منهما نصف عدد الكروموسومات الاصلية ·

ب ـ الانقسام الاختزالي الثاني ، وهو انقسام غير مباشر متمم للانقسام الاختزالي الأول حيث أن كل نواة أو خلية من الخليتين السابقتين والناتجتين من الانقسام الاختزالي الأول تنقسم انقساما غير مباشر وتكون كل منهما خليتين جديدتين ، وهكذا يتكون أربعة خلايا كنتيجة نهائية للانقسام الاختزالي (لاحظ الشكل ٣ـ٤) ·

الانقسام الاختزالي الأول : Meiosis 1

١ ـ المرحلة التمهيدية : Prophase 1

تظهر الكروموسومات على شكل خيوط رفيعة ويبدأ الغلاف النووي بالزوال ، وتتحرك الكروموسومات داخل النواة ليصطف كروموسوم من الأب مع آخر من الأم ، بمعنى أن كل زوج من الكروموسومات المتشابهة تتقارب من بعضها وكان الكروموسوم الواحد مكرر مرتين ، ولما كان

كل كروموسوم مكون من كروماتيدين لذا تبدو كل مجموعة مكونة من أربع كروماتيدات • وفي هذا الاثناء يحدث ما يسمى بظاهرة العبور Crossing Over بين الكروماتيدات (لاحظ الشكل ٣ ـ ٤) ، وفيها يحدث تبادل بين اجزاء الكروماتيدات وهذا يعني تبادل في الصفات الوراثية والذي يعتبر مهما في تنوع الكائنات الحية • في نهاية هذه المرحلة تتشكل الخيوط المغزلية جيدا وتختفي النوية ويتلاشى الغلاف النووي •

٢ ـ المرحلة الاستوائية : Metaphase I

وفيها تصطف الكروموسومات على طول وسط الخلية في مجموعتين متقابلتين ، أي ٢٣ كروموسوما من جهة يقابلها ٢٣ كروموسوما من الجهة الثانية ، ويكون عادة كل كروموسوم مقابل الكروموسوم المشابه له (قارن ذلك بما يحدث في الانقسام غير المباشر) •

٣ ـ المرحلة الانفصالية : Anaphase I

وفيها تنفصل وتبتعد كل مجموعة كروموسومية (٢٣ كروموسوما) الى أحد قطبي الخلية ، ويسحب عادة كل كروموسوم برمته من نقطة السنترومير الى أحد القطبين ، لذا فان السنترومير لا ينقسم كما ذكرنا

في الانقسام غير المباشر ، ولذلك فان اجزاء الكروموسوم الواحد لا تنفصل• وهكذا تنفصل المجموعتان المتشابهتان من الكروموسومات في نهاية المرحلة ، وقد يحدث انقسام سيتوبلازمي ليفصل بين النواتين لتكوين خليتين جديدتين كما قد تختفي الكروموسومات ويبدأ تشكل الغلاف النووي وتدخل المرحلة البينية ، وهكذا يصبح عندنا نواتان أو خليتان في كل منهما نصف العدد الاصلي (n) من الكروموسومات الاصلية • لكن كل كروموسوم يختلف عن تلك الكروموسومات في الخلية الأم الاصلية وذلك نظرا لحدوث تبادل بين اجزاء الكروماتيدات وانتقال بعض المواد الوراثية من كروماتيد لآخر •

الانقسام الاختزالي الثاني : Meiosis II

هذا الانقسام يتمم الانقسام الاختزالي الأول ويشبه في خطو ومراحله تماما ما يحدث في الانقسام غير المباشر ، وملخصه أن كل نواة أو خلية من النواتين* أو الخليتين الناتجتين من الانقسام الاختزالي الأول تنقسم انقساما غير مباشر ويتكون نتيجة لذلك أربع خلايا كل منها يحتوي العدد الاحادي من الكروموسومات الاصلية · وفي حالة الانسان فانه يتكون عندنا حيوانات منوية وبويضات في كل منها ٢٣ كروموسوما ، فاذا ما اجتمع الحيوان المنوي مع البويضة يتكون الزيجوت وبه ٤٦ كروموسوما ، أي العدد الاصلي من الكروموسومات ، وهذا يفسر لنا كيف يبقى عدد الكروموسومات ثابتا في جميع خلايا الفرد أو النوع الواحد ، كما يذكرنا أيضا بأن الكائنات الحية التي تنتج أفرادا مختلفة وراثيا عن آبائها (نتيجة الانقسام الاختزالي والتكاثر الجنسي) لها حظ اوفر في الحياة من تلك التي تنتج أفرادا مشابهة تماما للأبوين كما في عمليات التكاثر بدون اخصاب أو حدوث انقسام اختزالي ، والان هل تستطيع أن تستنتج الفروق الاساسية بين الانقسام غير المباشر والانقسام الاختزالي ؟ حاول ان تستعين بالشكل ٣ ــ ٤ ·

الفصل الرابع

الانسجة الحيوانية Animal Tissues

ذكرنا سابقا أن الخلية هي وحدة البناء والوظيفة والانقسام والوراثة في الكائن الحي ، ومجموعة الخلايا المتشابهة في الشكل والتركيب تكون ما يسمى بالنسيج Tissue • فالنسيج اذن مجموعة من الخلايا المتماثلة والتي تتشابه خلاياه في شكلها وتركيبها وتكون متماسكة عادة بمادة خلالية تفرزها تلك الخلايا لتؤدي وظيفة أو اكثر في الجسم ، والعلم الذي يدرس الانسجة من حيث أنواعها وتركيبها ووظائفها وانتظامها في اعضاء يسمى علم الانسجة Histology

تختلف الانسجة عن بعضها البعض في عدة أمور منها الحجم والتركيب ، وترتيب الخلايا ، والموقع ، وكمية ونوع المادة بين خلوية والوظيفة • وبالرغم من تنوع الكائنات الحية الحيوانية واختلافها في الشكل والحجم فان انسجتها (بما فيه الانسان) تقع ضمن خمسة انسجة حيوانية اساسية هـــــي :

١ ـ النسيج الطلائي •
٢ ـ النسيج الضام •
٣ ـ النسيج العضلي •
٤ ـ النسيج العصبي •
٥ ـ النسيج الوعائي •

أولا : النسيج الطلائي : Epithelium Tissue

يوجد النسيج الطلائي ، كما يدل الاسم ، اما على السطوح الخارجية للجسم أو يبطن السطوح الداخلية للجسم كتجاويف أو بطانة اعضاء الجسم المختلفة كبطانة الجهـاز الهضمي والتنفسي والاوعية الدمويـة والقنوات الغدية ، وعليه ينشأ هذا النسيج من طبقتي الاكتودرم والاندودرم أثناء التطور الجنيني • وللنسيج الطلائي خصائص تميزه عن بقية الانسجة وهـــــي :

أ ـ يرتكز النسيج الطلائي على غشاء قاعدي Basement Membrane متجانس وغير خلوي ، مكون من الياف شبكية تعمل على دعامة النسيج وتفصله عن الطبقة التي تقع تحته ٠

ب ـ خلاياه متراصة بجوار بعضها البعض ٠

جـ ـ المادة بين الخلوية Intercellular Material (Matrix) التي تلصق الخلايا بعضها ببعض قليلة جدا أو تكاد تكون معدومة وذلك نظرا لوجود الخلايا بجوار بعضها البعض ٠

د ـ يخلو النسيج من الاوعية الدموية Mon-Vascularized ويصله الغذاء بطريقة الانتشار من الطبقة التي تقع تحته ٠

هـ ـ تتصف بعض خلايا النسيج بوجود زوائد هدبية على سطحها تسمى الأهداب Cilia

يقسم النسيج الطلائي اما حسب شكل خلاياه أو ترتيبها أو وظائف النسيج ،وبوجه عام يمكن تقسيمه الى نوعين اساسيين :

١ ـ النسيج الطلائي السطحي Surface E. T. ٠

٢ ـ والنسيج الطلائي الغدي Glandular E. T. ٠

أولا : النسيج الطلائي السطحي : Surface Epithelium T.

يقسم هـذا النسيج حسب شكل الخلايا وعـدد الطبقات (ترتيب الخلايا) الى قسمين (لاحظ الشكل ٤ ـ ١) .

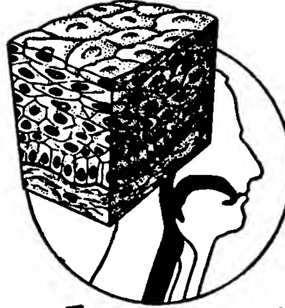
١ ـ النسيج الطلائي البسيط ٠

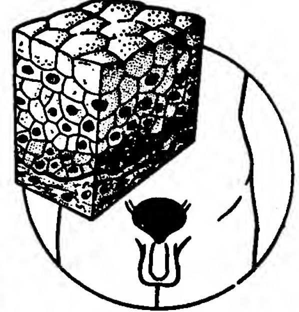
٢ ـ النسيج الطلائي المركب ٠

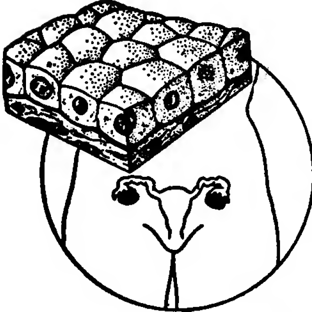
١ ـ النسيج الطلائي البسيط : Simple Epithelium T.

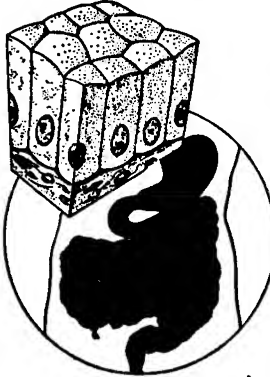
يتركب هذا النسيج من طبقة واحدة من الخلايا تنتظم في صف واحد وترتكز جميعها على الغشاء القاعدي ، وتختلف اشكال واحجام خلايا هذا النسيج باختلاف أنواعه (لاحظ الشكل ٤ ـ ١) وهي :

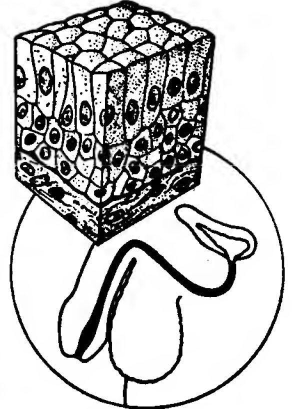

نسيج حرشفي بسيط

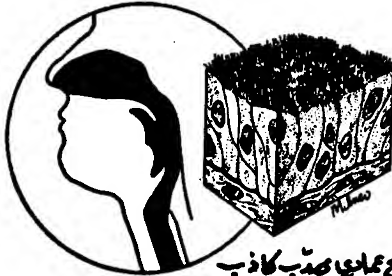

نسيج حرشفي (بلاطي) مركب


نسيج انتقالي مركب


نسيج طلائي مكعب


نسيج طلائي عمادي


نسيج عمادي مركب


نسيج عمادي مهدب كاذب

الشكل ٤ - ١
أنواع النسيج الطلائي حسب شكل وترتيب الخلايا
[Spence and Mason, 1979, P.75]

أ ـ نسيج طلائي حرشفي (بلاطي) Squamous E. T. خلايا هذا النسيج رقيقة غير منتظمة احيانا أو سداسية الشكل تجاور بعضها البعض فتبدو كالبلاط أو الحراشف ، ويوجد هذا النسيج في اماكن مختلفة من جسم الانسان كالخلايا الطلائية المبطنة للاوعية الدموية ومحفظة بومان (الكلية) · وبشكل عام فانه يوجد في مناطق التي يحدث فيها انتشار أو ترشيح في الجسم وعليه فهو يبطن الاوعية الدموية والحويصلات الهوائية للرئتين لتبادل الغازات ·

ب ـ نسيج طلائي مكعب Cuboidal E. T. خلاياه مكعبة الشكل مؤلفة من ستة أوجه وأنويتها تتمركز في وسط الخلية · يوجد هذا النسيج في كثير من الغدد كالغدد العرقية والغدد اللعابية ·

جـ ـ نسيج طلائي عمادي Columnar E. T. خلاياه مطاولة مستطيلة تشبه الاعمدة وترتكز عمودية على الغشاء القاعدي ، وغالبا ما تكون أنويتها غاطسة بعيدة عن السطح ، يوجد هذا النسيج مبطنا قنوات الغدد وبعض اعضاء الجهاز الهضمي كالمعدة والامعاء ·

د ـ نسيج طلائي عمادي مهدب Ciliated Columnar E. T.
خلاياه تشبه خلايا النسيج الطلائي العمادي الا أنها تختلف عنه بأن الحواف الحرة لخلايا هذا النسيج تحمل زوائد شعرية (الأهداب) ذات حركة توافقية مستمرة ومثمرة مما تسبب حدوث تيار في السائل المجاور لها · يوجد مثل هذا النسيج في بطانة التجاويف التنفسية وفي قناة البيض ·

هـ ـ نسيج طلائي عمادي كاذب Pseudostratified C. E. T.
على الرغم أن جميع خلايا هذا النسيج ترتكز على غشاء قاعدي واحد ، الا أن الخلايا تبدو مرتبة في اكثر من طبقة واحدة ، لهذا تبدو الانوية منظمة في اكثر من صف ومن هنا جاءت التسمية ، ولعل ذلك يرجع الى أن بعض خلايا النسيج قصيرة والبعض الاخر طويلة ومتداخلة بعضها مع بعض فتظهر وكأنها مرتبة في اكثر من طبقة واحدة ، لكن اذا ما أمعنا النظر فاننا نلاحظ أن جميع الخلايا مرتكزة على الغشاء القاعدي · هذا وقد تحمل

الاطراف الحرة للخلايا أهدابا ويطلق عليها عندئذ النسيج الطلائي العمادي الكاذب المهدب ، وينتشر مثل هذا النسيج في الغشاء المخاطي للقصبة الهوائية والشعب الرئوية وكذلك الاغشية المبطنة لتجويف الأنف ·

٢ ـ النسيج الطلائي المركب : Compound Epithelium

يتكون هذا النسيج من خلايا طلائية مرتبة في اكثر من طبقة واحدة بعضها فوق بعض كطبقة عليا ووسطى وطبقة سفلى كما في بشرة جلد الانسان · والطبقة السفلى أو القاعدية الملامسة للغشاء القاعدي تتألف من خلايا عمادية أو مكعبة ذات أنوية كبيرة وتتميز بأنها نشيطة تنقسم خلاياها بسرعة لذا تسمى بالطبقة المولدة Germinative Leyer كما تتميز بوفرة الغذاء الذي يصلها عن طريق الانتشار الغذائي ، لذا تدفع الخلايا الناتجة عن هذا الانقسام الى الخارج فتضغط بدورها على الخلايا القريبة من السطح فتموت مكونة بذلك طبقة غير حية تعرف بالطبقة القرنية التي لا تلبث أن تسقط نظرا للاحتكاك الدائم بينها وبين الوسط المحيط بها ليحل محلها طبقة اخرى من الداخل · أما الطبقة المتوسطة فتنشأ من الطبقة القاعدية وهي تدفع الطبقة العليا المؤلفة من خلايا مسطحة بلاطية أو حرشفية الشكل · ومن أنواع النسيج الطلائي المركب ما يلي :

أ ـ نسيج طلائي مركب حرشفي (بلاطي) Stratified Squamous E. T. ويوجد في مناطق مختلفة من الجسم في بشرة الجلد والفم ·

ب ـ نسيج طلائي مركب عمادي Stratified Cuboidal E. T. ويوجد في أماكن معينة في الجسم كما في القناة البولية والحنجرة والمزمار ·

جـ ـ نسيج طلائي مركب مكعب Stratified Columnar E. T. ويوجد في قنوات الغدد العرقية والدهنية والحالب ·

د ـ نسيج طلائي مركب انتقالي Transitional E. T. وهو نسيج خاص تتميز خلاياه بمرونتها اذ لها القدرة على التغير حسب الضغط الواقع عليها فتتخلص وتتمدد تبعا لذلك ، ويتكون النسيج من بضعة

طبقات (٣ ـ ٤) لكن خلاياه لا تتقشر كما في خلايا بشرة الجلد ، والخلايا العميقة تكون كبيرة وسميكة كمثرية الشكل ، يوجد هذا النسيج بشكل خاص في بطانة المثانة البولية وتقع فوقها خلايا قبية الشكل تحميها من تأثير البول ·

ثانيا : النسيج الطلائي الغدي : Glandular Epithelium T.

الغدة عبارة عن خلية أو مجموعة خلايا افرازية انضمت لبعضها وكونت ما يسمى بالنسيج الغدي ، وافرازات الغدد ذات فائدة للجسم تؤدي وظيفة حيوية للجسم وتعمل على حفظ توازنه الفسيولوجي · تستخلص الغدد عادة مكونات المركبات التي تفرزها من الدم ثم تدمجها معا وتصبها مرة ثانية داخل الجسم أو خارجه لكن بصورة مفيدة يتمم بها الجسم نشاطه واعماله الحيوية · وتقسم الغدد بعدة طرق وهي :

١ ـ حسب عدد الخلايا ومنها :

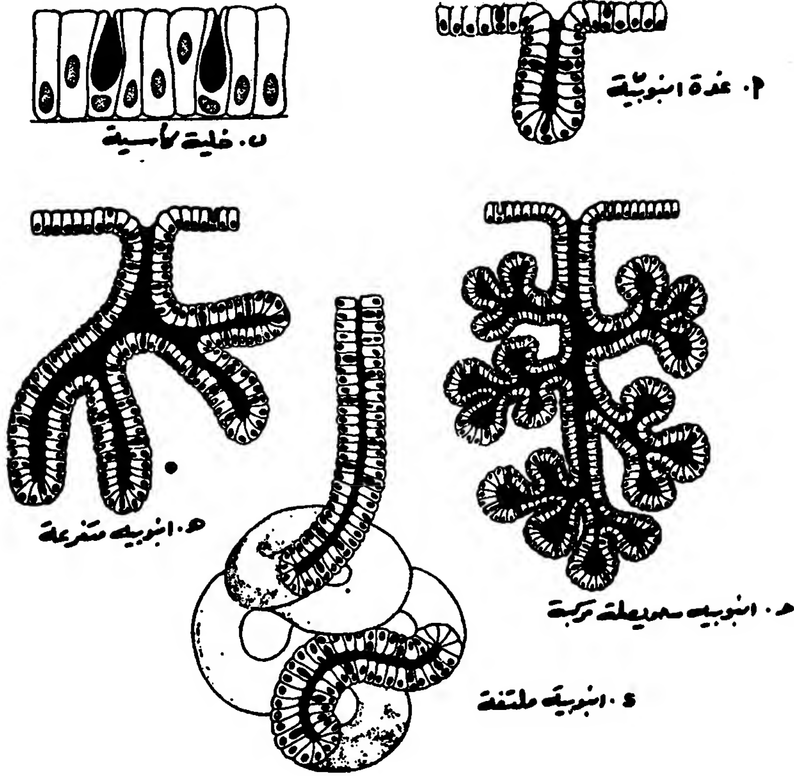
أ ـ غدد وحيدة الخلية : مكونة من خلية واحدة كبيرة الحجم ومبعثرة بين الانسجة الطلائية مثل الخلايا الكاسية Goblet Cells (الشكل ٤ ـ ٢) وتوجد هذه الخلايا مبعثرة بين خلايا النسيج الطلائي المبطن للقناة الهضمية ، ووظيفتها افراز مادة مخاطية تعمل على ترطيب السطح الداخلي لقناة الهضم ·

ب ـ غدد عديدة الخلايا : وتتكون الغدة من عدد كبير من الخلايا كما في بقية غدد الجسم (الشكل ٤ ـ ٢) ، وتقسم هذه الغدد الى نوعين :

١ ـ غدد بسيطة Simple G. وتكون قنوات الغدة مفردة غير متفرعة وتكون اما :

أ ـ انبوبية Tubular وتكون القناة اما مستقيمة أو ملتفة كالغدد العرقية أو متفرعة كما في بعض غدد المعدة ·

ب ـ أو حويصلية Alveolar وتبدو حويصلية متفرعة كما في الغدد الدهنية ·



الشكل ٤ ـ ٢

أنواع الغدد (Brooks, 1975, p. 99)

٢ ـ غدد مركبة Compound G. وتتكون الغدة من عدة فصوص او اجزاء تشترك جميعها في قناة افرازية واحدة ، وتظهر للعين وكأنها مكونة من عدة غدد ، وهي اما :

أ ـ انبوبية كالغدد الدمعية ·

ب ـ أو حويصلية كالغدد اللعابية النكفية ·

ج ـ أو انبوبية ـ حويصلية كما في الغدد الثديية ·

٢ ـ حسب افرازات الخلية وتقسم الى :

أ ـ غدد مخاطية : تفرز الغدد مادة مخاطية لترطيب السطح الملامس لها وتكون افرازاتها عادة خاملة كيماويا •

ب ـ غدد مصلية : تفرز مادة كيماوية غنية بالانزيمات تساعد في عملية هضم الغذاء •

جـ ـ غدد مختلطة : وتفرز مواد مخاطية وأخرى مصلية •

٣ ـ حسب المادة الكيماوية المفرزة وهي نوعان :

أ ـ غدد خارجية Exocrine G. وهي غدد لها قنوات تنقل افراراتها الى السطح الطلائي الخارجي أو الداخلي كالغدد الجلدية (افرازاتها سطحية) أو الغدد الهضمية (افرازاتها داخل القناة) •

ب ـ غدد داخلية Endocrine G. وهي غدد لا قنوية (صماء) تنقل افرازاتها الى الدم مباشرة وافرازاتها تعرف بالهرمونات كما في الغدد الصماء •

٤ ـ حسب مساهمة الخلية ـ الغدة وتقسم الى :

أ ـ تبقى الخلايا المفرزة تامة بينما افرازاتها فقط تمر من خلايا الغشاء الخلوي الى الخارج وتسمى Merocrine G. كما في الغدة البنكرياسية •

ب ـ تفقد بعض الخلايا جزءا من السيتوبلازم مع المادة المفرزة وتعرف هذه الغدد باسم Apocrine G. كما في خلايا الغدد الثديية •

جـ ـ خلايا غدية تفقد كل الخلية مع المادة المفرزة ويطلق على هذه الغدد اسم Holocrine G. كما في الغدد الجنسية والغدد الدهنية •

وظائف النسيج الطلائي :

تنشأ الانسجة الطلائية عادة لحماية الاعضاء من الخارج أو الداخل ، لكنها قد تتكيف لتؤدي وظائف خاصة أخرى وهي :

١ ـ الحماية Protection يشكل النسيج الطلائي غطاء سطحيا يتكون من مادة قرنية ميتة لوقاية الجسم من المؤثرات والصدمات الخارجية كما في النسيج الطلائي لسطح الجلد ٠

٢ ـ الافراز الداخلي Secretion كافراز مواد كيماوية عضوية معقدة ذات أهمية كبيرة تعمل على توازن الجسم الفسيولوجي كما في افراز الهرمونات من الغدد الصماء ٠

٣ ـ الافـراز الخارجي Excretion افراز مـواد مختلفة خارج الجسم منها ما يعمل على حفظ درجة حرارة الجسم ثابتة (كالعرق) ومنها ما يعمل على ترطيب الجسم وحفظه لينا كما في افرازات الغدد الدهنية ٠

٤ ـ الهضـم والامتصاص Digestion and Absorption مثـل افراز انزيمات من غدد خاصة للمساعدة في هضم الطعام وامتصاص المواد الغذائية وايصالها للدم كما في النسيج الطلائي المبطن لقناة الهضم ٠

٥ ـ الاحساس Sensory Reception استقبـال المنبهـات والمؤثرات الخارجية من الوسط المحيط بالانسان كما في العين والأنف وبراعم الذوق في اللسان ٠

٦ ـ التكاثر Reproduction انتاج الخلايا التناسلية كما في النسيج الطلائي المكون للجاميتات ٠

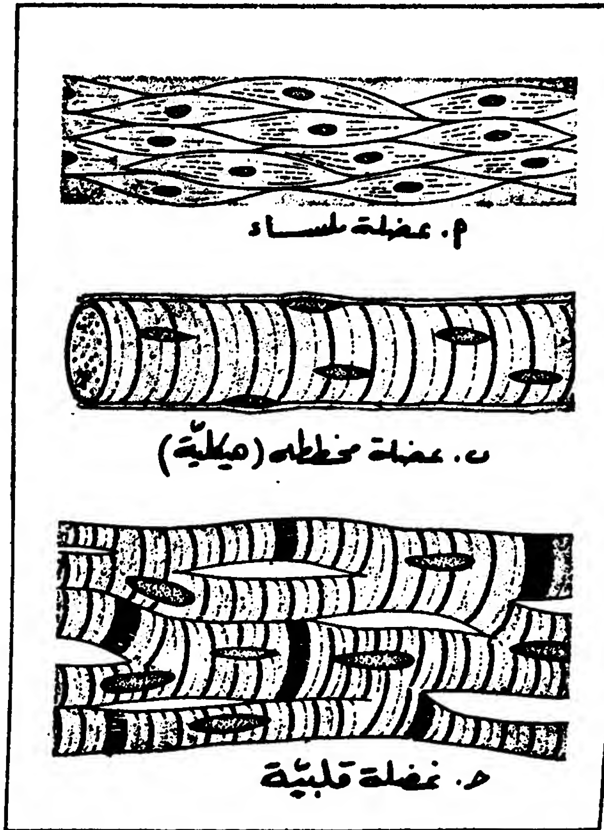
٧ ـ انتاج حركة تيار خاصة ، بعضها يمنع دخول مواد غريبة الى بعض فجوات اجسم كما في النسيج الطلائي المهدب في تجاويف الأنف ومنها ما يدفع البويضة في قناة البيض أو البول الى الخارج ٠

ثانيا : النسيج العضلي : Muscle Tissue

يعتبر النسيج العضلي اكثر انسجة الجسم انتشارا ، اذ يشكل حوالي ٤٠٪ من وزن الجسم ، ويتألف النسيج من وحدات أو خلايا مطاولة تسمى الالياف Fibers ، والليفة (تناظرها الخلية في الانسجة الاخرى) عبارة عن خلية مطاولة تعتبر الوحدة الاساسية للنسيج العضلي ٠ ينشأ النسيج العضلي من طبقة الميزودرم اثناء التطور الجنيني ٠ ويمتاز بقدرته

على الانقباض والانبساط ولهذا يشترك في احداث الحركات المختلفة للجسم • وتنتشر الاوعية الدموية بين الالياف العضلية لتغذية النسيج من جهة وتنظيم عمله من جهة ثانية •

يضم جسم الانسان ثلاثة أنواع من النسيج العضلي تختلف عن بعضها في التركيب والوظيفة والموقع ، وهذه العضلات (الشكل ٤ ـ ٣) هـــي :



الشكل ٤ ـ ٣

أنواع العضلات (Herreid II, 1977, P. 416)

١ ـ العضلات المخططة (الهيكلية) : Striated (Skeletal) Muscles

تشمل العضلات المخططة الجزء الاكبر من النسيج العضلي كما تشمل جميع العضلات الارادية في الجسم ، وتتصل بالهيكل العظمي للانسان ومن هنا جاءت التسمية ، ومن امثلتها عضلات اليدين والرجلين والجذع · وتتصف العضلات بالصفات التالية :

أ ـ تتركب العضلة من مجموعة ألياف عضلية وكل ليفة هي مدمج خلوي نشأ من عدة خلايا اسطوانية طويلة قد تصل احيانا ٣٠ سم أو اكثر وقطرها حوالي ١٠ ـ ١٦ ميكرون وتحتوي الليفة على عدة أنوية Multinucleated منتشرة في السيتوبلازم وقريبة من الغشاء اللحمي الليفي (ساركوليما) ، كما تحتوي على عدد كبير من الميتوكندريا (لماذا ؟) ·

ب ـ تتكون المنطقة الوسطى من الليفة من عدد كبير من اللييفات الصغيرة Myofibrils مرتبة طوليا وموازية للمحور الطولي ·

ج ـ تتألف كل ليفة من حزم أو اشرطة بعضها معتم وبعضها مضيء بشكل متبادل مع بعضها البعض وبانتظام ، ولذا توصف العضلات بأنها مخططة ·

د ـ للانسان القدرة على تحريك هذه العضلات اراديا Voluntary ، كما لها القدرة على الانقباض بسرعة كبيرة لكنها سريعة التعب والانهاك ، ولهذا اذا ما حركت عضلات يديك أو رجليك عدة مرات فانك لا تلبث أن تشعر بالتعب · والجدير بالذكر أن هذه العضلات قد تتحرك حركة غير ارادية خاصة في فصل الشتاء أو عند انخفاض درجة حرارة الجو فقد يشعر الانسان احيانا بالارتجاف وتتحرك معها العضلات ، وكنتيجة لحركتها الجزئية فانها تولد طاقة وحرارة بحاجة لها الانسان للمحافظة على درجة حرارة جسمه ثابتة ·

اما بالنسبة لتفسير آلية انقباض العضلات الارادية ـ الهيكلية فلا تزال في مرحلة تجريبية ، فقد وضع عالم بريطاني (هكسلي) فرضية لتفسير آلية انقباض العضلة تدعى فرضية الخيوط المنزلقة · وتعتمد

هذه الفرضية على التركيب المجهري الدقيق لألياف العضلة ، اذ أن كل ليفة عضلية تتكون من نوعين من الخيوط البروتينية : الاولى خيوط رفيعة تدعى بالخيوط الاكتينية (Actin) والثانية خيوط غليظة تدعى بالخيوط الميوزينية (Myosin) ، وبعد مقارنته ـ باستخدام المجهر الالكتروني ـ لليفه عضلية في حالة انقباض بأخرى في حالة الراحة استنتج (هكسلي) أن الخيوط البروتينية المكونة للعضلة (الاكتين والميوسين) تنزلق الواحدة فوق الأخرى لتسبب انقباض العضلة ٠ الا أن هذه الفرضية لا تستطيع تفسير آلية انقباض العضلات الملساء وذلك لاختلاف ترتيب الخيوط البروتينية المكونة لألياف العضلات الملساء عن ترتيب نظيرتها في العضلات الارادية ، علاوة على أن بعض التقارير العلمية الحديثة تشير الى أن الخيوط البروتينية في الياف العضلات الملساء تتكون من نوع واحد يشبه الى حد كبير الخيوط الاكتينية للعضلات الارادية ٠

٢ ـ العضلات الملساء (اللاارادية) :Smooth (Involuntary) Muscles

توجد هذه العضلات في مناطق مختلفة من جسم الانسان كما في عضلات القناة الهضمية في المعدة والامعاء وجدر الاوعية الدموية والرحم والمثانة البولية وقنوات الغدد ٠ وتتميز هذه العضلات بالصفات التالية :

أ ـ تتركب العضلة من الياف مغزلية الشكل ومدببة الطرفين ومنتفخة بالوسط ، وهي قصيرة اذا قورنت بألياف العضلات الهيكلية ٠ وتحتوي كل ليفة على عدد من الخيوط الرفيعة يطلق عليها اللييفات العضلية التي يؤدي تقلصها الى انقباض الليفة ٠

ب ـ تحتوي كل ليفة على نواة واحدة Uninucleated بيضوية الشكل تقع في وسط الليفة ومحاطة بكمية قليلة من السيتوبلازم (الساركوبلازم) ٠

جـ ـ لا تحتوي الليفة على الاشرطة القاتمة والاشرطة المضيئة كما في العضلات المخططة ، لذلك توصف بأنها ملساء ومنها أخذت التسمية ٠

د ـ ليس للانسان القدرة على التحكم في حركتها بل تتحرك حركة غير ارادية ولا يدركها الجهد والتعب بسهولة كما في العضلات المخططة ٠

٣ ـ العضلة القلبية : Cardiac Muscle

يقتصر وجود هذا النوع من العضلات على جدار القلب فقط ٠ وهي تجمع بين صفات العضلات المخططة والعضلات الملساء ، وتتصف بالصفات التالية :

أ ـ تتركب عضلة القلب من ألياف عضلية اسطوانية قصيرة لكنها متفرعة تتصل بفروعها بعضها ببعض مكونة نسيجا عضليا متصلا ٠

ب ـ كل ليفة قلبية مكونة من لييفات واضحة تماما ، وكل ليفة تحتوي على نواة واحدة موجودة في وسط الليفة كما في العضلات الملساء ٠

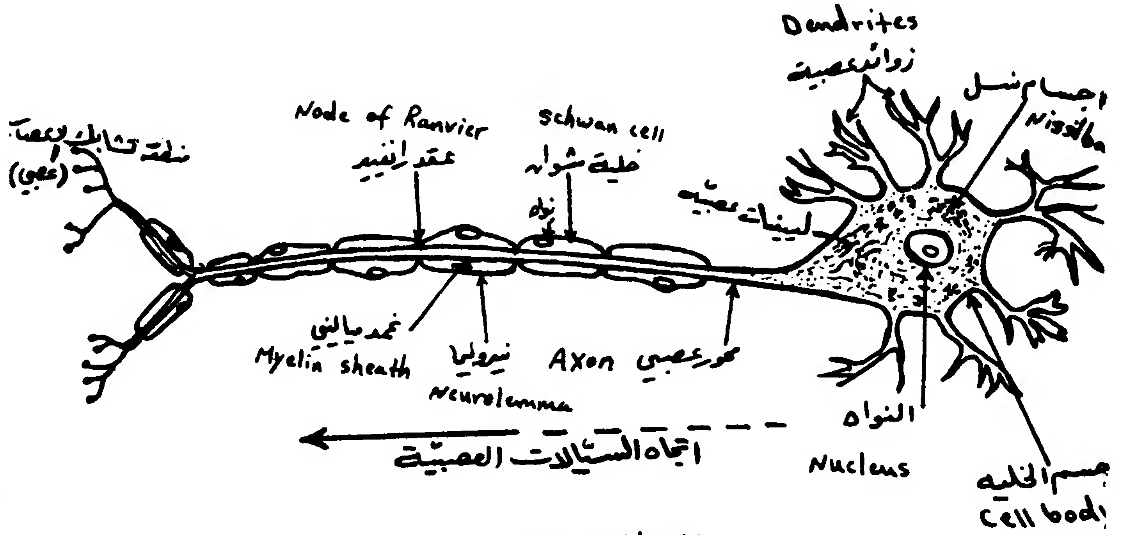
جـ ـ تحتوي الليفة على مناطق قاتمة واخرى باهته لذا تبدو مخططة كما في العضلات الهيكلية ، وعند اتصال الليفة بالأخرى تبدو مسننة بأجزاء تسمى الاقراص البينية Intercalated Discs ٠

د ـ ليس للانسان القدرة على التحكم في حركتها ، بل لها القدرة على الانقباض والانبساط ذاتيا وهي غير قابلة للانهاك كما في العضلات الهيكلية٠

ثالثا : النسيج العصبي : Nervous Tissue

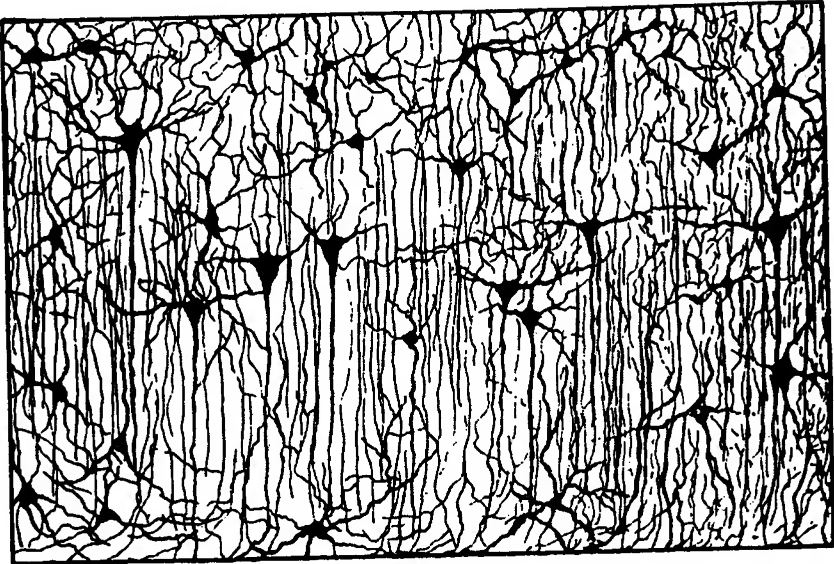
النسيج العصبي هو المسؤول عن تسلم المنبهات المختلفة التي تقع على الجسم سواء من الخارج أو الداخل ، وبالتالي يجعل الانسان على اتصال مباشر مع ما يحدث في داخل الجسم أو خارجة ، كما أنه يعتبر مركزا اساسيا لاعضاء الحس المختلفة والتفكير والوعي ٠٠٠ والارادة ، وينشأ النسيج العصبي من طبقة الاكتودرم في التطور الجنيني ٠ وهو يتالف من جزأين (الشكل ٤ ـ ٤ والشكل ٤ ـ ٥) هما :

١ ـ الخلايا العصبية : Nerve Cells وهي الوحدة الاساسية للنسيج ، كما أنها النوع الرئيسي في النسيج وتشكل حوالي ١٠٪ من



الشكل ٤-٤

تركيب الخلية العصبية [عن: Spence and Mason, 1979, P.271]



الشكل ٤ - ٥

نسيج عصبي من قشرة الدماغ (Brooks, 1975, P. 98)

النسيج العصبي وتختص باستقبال المنبهات ونقلها على صورة سيالات عصبية والاستجابة لهذه المنبهات في الغدد والعضلات ٠ ولهذا تقسم الخلايا العصبية حسب وظيفتها الى خلايا عصبية حسية واخرى حركية وثالثة وسطية أو بينية ٠ توجد الخلايا العصبية بشكل رئيسي في الدماغ والحبل الشوكي والعقد العصبية في مختلف المواضع في الجسم بينما محاورها وتشعباتها هي التي تنتشر في أجزاء الجسم المختلفة ٠

تتألف الخلية العصبية (لاحظ الشكل ٤ ــ ٤) من ثلاثة اجزاء : جسم الخلية ، ويحتوي النواة ومكونات الخلية الأخرى ، وزوائد عصبية تبرز من جسم الخلية وتعمل على توصيل السيالات العصبية الى جسم الخلية ، وزائدة طويلة تنتهي بتفرع شجري تسمى المحور ، وسنتحدث عنها بشيء من التفصيل في الفصل الثامن ٠

٢ ــ خلايا الغراء العصبي : Glial Cells وتربط الخلايا العصبية بعضها ببعض وبالتالي تعمل على تدعيم النسيج العصبي (الشكل ٤ ــ ٥) وتساهم في تغذية الخلايا العصبية أيضا ٠

رابعا : النسيج الضام : Connective Tissue

يعتبر هذا النسيج اكثر انسجة الجسم تنوعا واختلافا اذا أنه يشمل مجموعة متباينة من الانسجة كما سنرى فيما بعد ٠ ينشأ النسيج الضام من طبقة الميزودرم في التطور الجنيني ، ويعمل على ضم وربط انسجة واعضاء الجسم المختلفة ، هذا بالاضافة الى أنه يشكل دعامة اساسية للجسم كما في العظم والغضاريف ، ومن مميزات هذا النسيج ما يلي :

أ ــ خلاياة قليلة ومتباعدة بعضها عن بعض ٠

ب ــ يحتوي على كمية كبيرة من المادة بين خلوية بالنسبة للحجم الكلي للنسيج ٠ وتتركب المادة بين خلوية من مادة أرضية يترسب فيها مواد تختلف باختلاف نوع النسيج ، فقد تكون صلبة كما في نسيج العظم

أو نصف صلبة كما في الانسجة الغضروفية أو سائلة كالدم • يشمل النسيج الضام مجموعة متباينة من الانسجة تقسم عادة الى قسمين :

١ ـ النسيج الضام الاصلي •

٢ ـ النسيج الضام الهيكلي •

وقد يضيف بعض المؤلفين النسيج الوعائي على اعتبار أنه من الانسجة الضامة ، الا أننا سنعالجه هنا كنسيج خاص قائم بذاته •

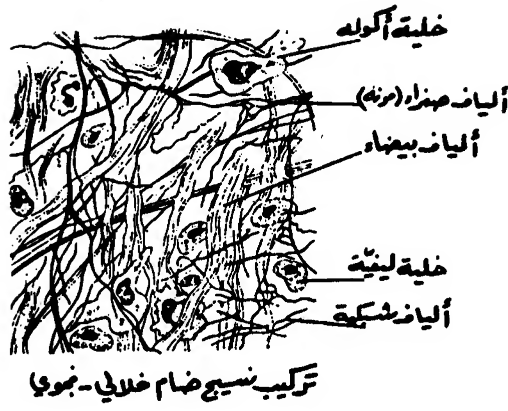
اولا : النسيج الضام الاصلي : Connective Tissue Proper

وظيفة هذا النسيج ربط انسجة واعضاء الجسم المختلفة ، ويوجد منه عدة أنواع (الشكل ٤ ـ ٦) وهي :

١ ـ النسيج الضام الخلالي : Areolar Loose C. T. يوجد هذا النسيج غالبا تحت الجلد في منطقة الادمة وبين العضلات وهو من اكثر الانسجة الضامة انتشارا في الجسم ، ويمتاز بأنه يجمع بين درجة متوسطة من الصلابة ودرجة كبيرة من المرونة تسمح بعودة النسيج الى مكانه ان وقع عليه ضغط • يتركب هذا النسيج من عدد كبير من الالياف Fibers المتقاطعة في جميع الاتجاهات وتحصر بينها فجوات هوائية ، أما المادة الخلالية التي تربط الالياف بعضها ببعض فهي عبارة عن مادة بروتينية متجانسة تسمى ميوسين Mucine ينتشر فيها أنواع عديدة من الخلايا :

أ ـ خلايا آكوله (ملتهمة) Macrophages خلايا كبيرة الحجم ذات أنوية بيضوية تكون ثابتة أو متجولة في النسيج شكلها أميبي ، ووظيفتها وقاية النسيج من الامراض وذلك بمهاجمة المواد الغريبة في النسيج والتهامها وهضمها •

ب ـ الخلايا الليفية (فيبروبلاست) Fibroblasts اكثر الخلايا وجودا وانتشارا في النسيج الضام وهي خلايا كبيرة الحجم مطاولة تتراوح ما بين شكل مغزلي أو خلايا متفرعة ذات أنوية كبيرة نسبيا وكمية قليلة من



تركيب نسيج ضام خلالي - بهوي



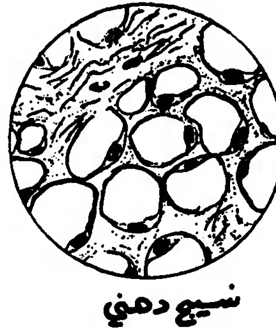
نسيج ليفي منتظم



نسيج ليفي غير منتظم



نسيج خلالي



نسيج دهني



نسيج مرن

الشكل ٤ - ٦

أنواع النسيج الضام الأصلي [Spence and Mason, 1979, P. 81]

السيتوبلازم ، ووظيفة الخلايا افراز الألياف ولذلك تسمى خلايا الألياف Fibrocytes .

جـ ـ خلايا حاملات الألوان Chromatophores خلايا حاملة للاصباغ والألوان ، توجد في مناطق مختلفة في جسم الانسان خاصة تحت الجلد وفي العين فتسبب تلون المنطقة التي توجد فيها ، من هذه الخلايا ما يسمى بخلايا الميلانوسايت Melanocytes أي الخلايا المنتجة لصبغة الميلانين في الجلد .

د ـ خلايا دهنية Fat Cells خلايا كبيرة الحجم بها فجوة كبيرة مملوءة بالمواد الدهنية على حساب السيتوبلازم ولذلك تبدو الانوية طرفية ، توجد الخلايا اما فرادى أو في كتل أو مجموعات ، ومن امثلتها الخلايا الدهنية الموجودة تحت الجلد .

هـ ـ خلايا الدم اللمفية والخلايا البلازمية Leucocytes يوجد منها أنواع مختلفة في النسيج ولها علاقة قوية بمناعة الجسم ووقايته من الامراض .

و ـ الخلايا الصارية Mast Cells خلايا غير شائعة توجد على طول الاوعية الدموية ، وهي كبيرة الحجم غير منتظمة ذات أنوية صغيرة الحجم ، يعتقد أنها تفرز مادة الهيبارين Heparin الذي يمنع تخثر الدم ، كما تفرز مادة أخرى تدعى الهستامين Histamine وهو موسع للاوعية الدموية .

أما الياف النسيج فتشمل على الانواع التالية :

أ ـ الألياف البيضاء White (Collagenous) Fibers اكثر الألياف انتشارا ، وهي كبيرة غير ملونة توجد على شكل حزم متعرجة وتتقاطع لكنها لا تتصل ببعضها أبدا ، وتتكون من مادة بروتينية تسمى كولاجين Collagen تفرزها الخلايا الليفية السابقة الذكر .

ب ـ الألياف الصفـراء Yellow (Elastic) Fibers توجـد بشكل منفرد في خطوط مستقيمة متفرعة غير متموجة كالألياف البيضاء ، وهي صفراء اللون تتفرع وتتشابك مع بعضها البعض ، ومكونة من مادة الايلاستين Elasting التي تتميز بمرونتها وبمقاومتها للغليان ٠

جـ ـ الألياف الشبكية Reticular Fibers الياف رفيعة جدا وناعمة غير مرنة ، تشبه الألياف البيضاء من حيث تركيبها الكيماوي ، وتتميز بأنها تتفرع وتتشابك لتكون شبكة رفيعة كما في بعض الغدد ، وهي قليلة الانتشار متناثرة هنا وهناك في النسيج الضام ٠

٢ ـ النسيج الضام الليفي Fibrous C. T. يشبه هذا النسيج من حيث المبدأ النسيج الضام الخلوي ، لكنه يختلف عنه في نسب أنواع الألياف المكونة له ، اذ يحتوي على نسبة عالية من الألياف بأنواعها المختلفة ولكن بنسب مختلفة ، فاذا زادت نسبة الألياف البيضاء يفقد النسيج مرونته كما في الأوتار Tendons التي تربط العضلات بالعظام ، واذا زادت نسبة الأليـاف الصفراء زادت مرونة النسيج كما في الاربطـة Ligaments التي تربط العظام بعضها ببعض ، وبوجه عام تكون عدد الألياف البيضاء اكثر من الصفراء وتكون الألياف اما منتظمة أو غير منتظمة ٠

٣ ـ النسيج الضام المرن Elastic C. T. في هذا النسيج تزيد عدد الألياف الصفراء على نظيرتها البيضاء وتكون مرتبه في حزم وتتميز بمرونتها وتحملها للشد كما في الاربطة ، كما ترتبط العضلات بعضها ببعض بمثل هذا النوع من الاربطة يطلق عليها Aponeuroses كما يوجد هذا النسيج في الاحبال الصوتية للفقاريات ٠

٤ ـ النسيج الضام الدهني Adipose C. T. ينتشر هذا النسيج في مناطق مختلفة من الجسم وتحت الجلد وتكثر في المرأة والشخص البدين ٠ يتكون هذا النسيج من خلايا دهنية كثيرة العدد لدرجة أنها تسود على بقية الخلايا الأخرى ، والخلية الدهنية كبيرة كروية أو بيضوية

الشكل ، تمتلىء بالمواد الدهنية على حساب السيتوبلازم ولهذا تبدو نواتها طرفية ، ترجع أهمية هذا النسيج الى أنه يشكل طبقة عازلة للجسم، كما أنه مخزن للطاقة الحرارية يستعمل في حالة قلة الغذاء ، ويستخدم أيضا في ملء الفراغات الموجودة بين اعضاء الجسم وبذا يعمل كوسادة ناعمة لها ٠

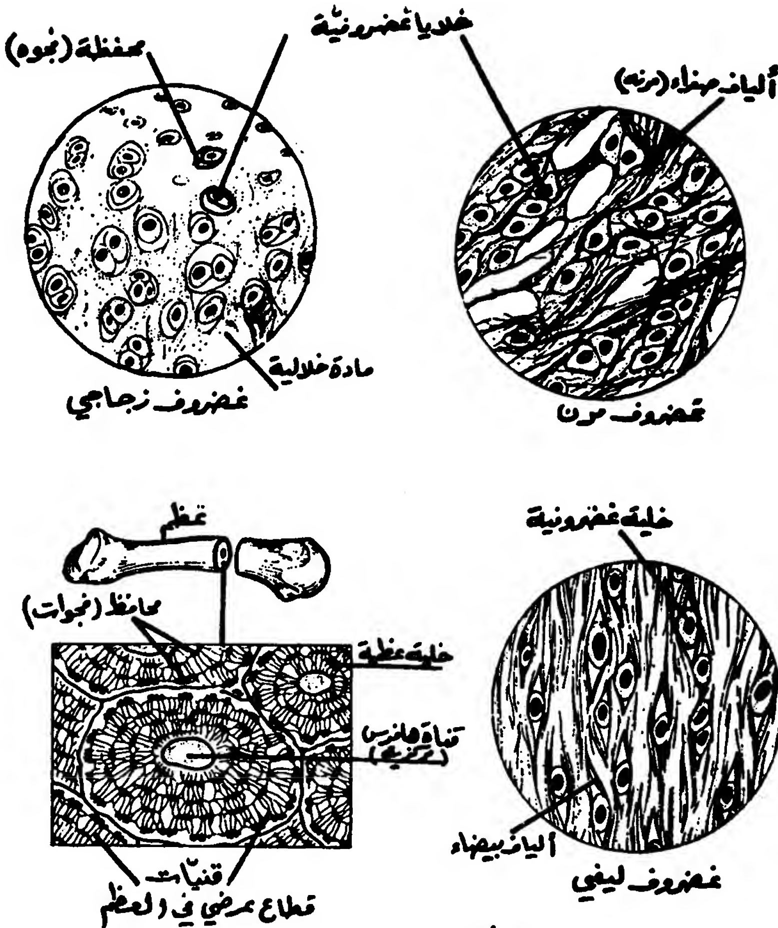
٥ ـ النسيج الضام الشبكي Reticular C. T. ألياف هـذا النسيج من النوع الشبكي السابق الذكر ، لذا أليافه متفرعة ومتشابكة تكون شبكة ، ويكثر هذا النسيج في الكبد والطحال ٠

٦ ـ النسيج الضام المخاطـي Mucus C. T. يتميز بأن اليافـه وخلاياه قليلة العدد ، وخلاياه نجمية الشكل منغمسة في مادة خلالية شبه سائلة جيلاتينية ، كما يحتوي هذا النسيج خلايا ليفية وقد تحتوي خلايا لمفية Lmphocytes وخلايا آكوله ، وترجع أهمية هذا النسيج في تكوين ما يسمى Wharton's Jelly في الحبل السري لأجنة الحيوانات الثديية ٠

ثانيا : النسيج الضام الهيكلي : Skeletal Connective T.

يكون هذا النسيج الهيكل الداخلي لجسم الانسان والحيوانات الفقارية. الاخرى ، وتختلف المادة بين خلوية حسب نوع النسيج فهي اما أن تكون صلبة كالعظام أو نصف صلبة كالغضاريف ٠ ويمتاز هذا النسيج عن الانسجة الرئيسية الاخرى بقدرته على التكاثر السريع ويظهر هذا جيدا عند كسر العظام وسولة التئآمها وتكوين نسيج جديد عند موضع الكسر ، ووظيفته الرئيسية هو دعامة الجسم ، وعليه هناك نوعان من هذا النسيج : العظم والغضروف (الشكل ٤ ـ ٧) :

١ ـ العظم Bone وهو نسيج ضام هيكلي يتميز بصلابته بسبب وجود أملاح الكالسيوم مثل فوسفات وكربونات الكالسيوم والمادة بين الخلوية تسمى المظمين Ossein ٠



الشكل ٤ — ٧

أنواع النسيج الهيكلي [Spence and Mason, 1979, P.83]

وتنشأ العظام من طبقة الميزودرم في التطور الجنيني ، وعند تكوينها لا تكون بالصلابة التي نألفها في العظام ، وهي اما أن تسبقها غضاريف التي لا تلبث أن تتآكل ويحل محلها خلايا عظمية ويسمى هذا النوع من العظام بالعظام الغضروفية كما في عظام العمود الفقري والاطراف ، أو تنشأ من خلايا عظمية اصلية وترسبات املاح الكالسيوم وتسمى عندئذ بالعظام

الغشائية أو الكلسية كما في عظام الوجه والجمجمة · ليست العظام سهلة أو بسيطة في تركيبها مثل انسجة الجسم الاخرى ، بل تعتبر من اعقد الانسجة الجسمية في التركيب ، فالعظم الكثيف يبدو تحت عدسة الميكروسكوب مكونا من مجاميع مختلفة تعرف بمجاميع هافرس Haversion System ويتوسط كل مجموعة قناة رئيسية تمتد طوليا في العظم تعرف بقناة هافرس Haversion Canal أو القناة المركزية ، ويحيط بهذه القناة عدد من الصفائح تنتظم على صورة دوائر تسمى Lamella ، وتنتظم خلايا العظم Osteocytes في هذه الصفائح الدائرية ، والخلايا العظمية متفرعة تتشابك فروعها بعضها ببعض ويحيط بكل خلية عظمية فجوة أو محفظة تسمى Lacuna وقد يوجد خليتان عظميتان داخل محفظة واحدة ، وتوصل الفجوات (المحافظ) أو تفرعات الخلايا العظمية بقنيات دقيقة جدا Canaliculi ، والجدير بالذكر أن قنوات هافرس تحتوي على اوعية دموية لتغذية النسيج كما تحتوي أيضا على اعصاب يربطها نسيج ضام ، هذا وتجرى القنوات متوازية وموازية للمحور الطولي للعظمة ، والمسافات الواقعة بين مجاميع هافرس خالية من قنوات هافرس وفيما عدا ذلك تشبه في تركيبها مجاميع هافرس نفسها (لاحظ الشكل ٤ ـ ٧) ·

٢ ـ الغضروف Cartilage نسيج ضام هيكلي مائل للزرقة ، وهو صلب لكنه على جانب من المرونة لدرجة الإنثناء ويشكل الجزء الاكبر من هيكل جنين الفقاريات ، كما يكون الهيكل الكامل لبعض الحيوانات كالاسماك الغضروفية (سمك القرش) أما في الحيوانات التامة النمو فيقتصر وجوده على أماكن معينة في الجسم فهو يرتبط مع العظام أينما تتلاقى أو تتصل ببعضها ، كما يوجد مع اعضاء الجسم التي تحتاج الى صلابة مع قدر مناسب من المرونة كما في صيوان الأذن وقناة استاكيوس ولسان المزمار والقصبة الهوائية والانف ·

يتركب الغضروف (الشكل ٤ ـ ٧) من خلايا غضروفية Chondrocytes تنتظم في مجموعات ثنائية أو رباعية أو اكثر فتعطي

بذلك نسيجا اكثر تماسكا حيث أن الخلايا الناتجة تظل ملاصقة للخلايا الاولية المنقسمة ، وتحيط بكل خلية أو اكثر محفظة تظهر الخلية الغضروفية أو مجموعة الخلايا سابحة فيها ، ويفصل الخلايا بعضها عن بعض مادة خلالية بروتينية تسمى الغضروفين Chondrin ويحيط بالغضروف من الخارج غشاء ليفي يسمى الغشاء الغضروفي Perichondrium مزود بالاوعية الدموية والاعصاب حيث يستمد منها الغضروف غذاءه ٠

تقسم الغضاريف حسب تركيبها الى ثلاثة أنواع (لاحظ الشكل ٤ ـ ٧) هي :

أ ـ الغضروف الزجاجي Hyaline C. وهو اكثر الغضاريف انتشارا ومنه يتكون العظام ، فيه المادة الخلالية متجانسة شفافة رائقة ، وهو بوجه عام غضروف صلب لكنه يظهر شيئا من المطاطية تسمح بمرور الاوعية الدموية خلاله (وهذا استثناء اذ أن القاعدة العامة أن الأوعية الدموية لا تدخل الغضروف) لتغذية الانسة المجاورة ومن أمثلته غضاريف الضلوع والحنجرة والقصبة الهوائية ٠

ب ـ الغضروف الليفي Fibrous C. تحوى المادة الخلالية أليافا بيضاء كما في الاقراص الغضروفية التي تفصل الفقرات ٠

جـ ـ الغضروف المرن Elastic C. تحوي المادة الخلالية أليافا صفراء مما يكسب الغضروف مرونة كما في غضاريف الأذن ولسان المزمار والانف ٠

خامسا : النسيج الوعائي : Vascular Tissue

على الرغم أن بعض المؤلفين يعتبرون هذا النسيج نوعا خاصا من النسيج الضام الا انتا سنعالجه كنسيج رئيسي خاص ٠ يشمل النسيج الوعائي الدم واللمف (لمزيد من التفصيل راجع الفصل العاشر) ويتميز عن بقية الانسجة الضامة بما يلي :

أ ـ المادة الخلالية سائلة تسمى البلازما وفيها تسبح خلايا النسيج ٠

ب ـ خلايا النسيج (كرات الـدم) ليس لها علاقة بتكوين المـادة الخلالية ٠

جـ ـ المادة الخلالية (البلازما) لا تحتوي على أية ألياف أثناء الحياة الا عند تجلط الدم اثناء تعرضه للهواء ٠

أولا : الدم Blood سائل يملأ الاوعية الدموية ويتالف من :

أ ـ البلازما وهو محلول مائي (٩٠٪ ماء) تسبح فيه مكونات الدم الاخرى ٠

ب ـ كرات الدم الحمراء ووظيفتها نقل الاكسجين من الرئتين الى الانسجة وثاني اكسيد الكربون من الانسجة للرئتين ٠

جـ ـ كرات الدم البيضاء ووظيفتها تكسب الجسم مناعة وتقيه من الامراض ٠

د ـ الصفائح الدموية ولها دور هام في عملية تجلط الدم ٠

ثانيا : اللمف Lymph سائل عديم اللون يشبه بلازما الدم لكنه يحتوي على نسبة أقل من البروتينات ، يعمل اللمف كوسيط بين الدم وانسجة الجسم المختلفة ، فهو يأخذ من الدم الغذاء والاكسجين ويوصلهما الى خلايا الجسم ، بينما يأخذ من الخلايا غاز ثاني اكسيد الكربون والفضلات الاخراجية ويوصلها الى الدم ، ويتجمع اللمف في اوعية خاصة تسمى الاوعية اللمفاوية التي تصب أخيرا في الدورة الدموية للجسم ٠

الفصل الخامس

الجلد ـ غطاء الجسم Integument System (Skin)

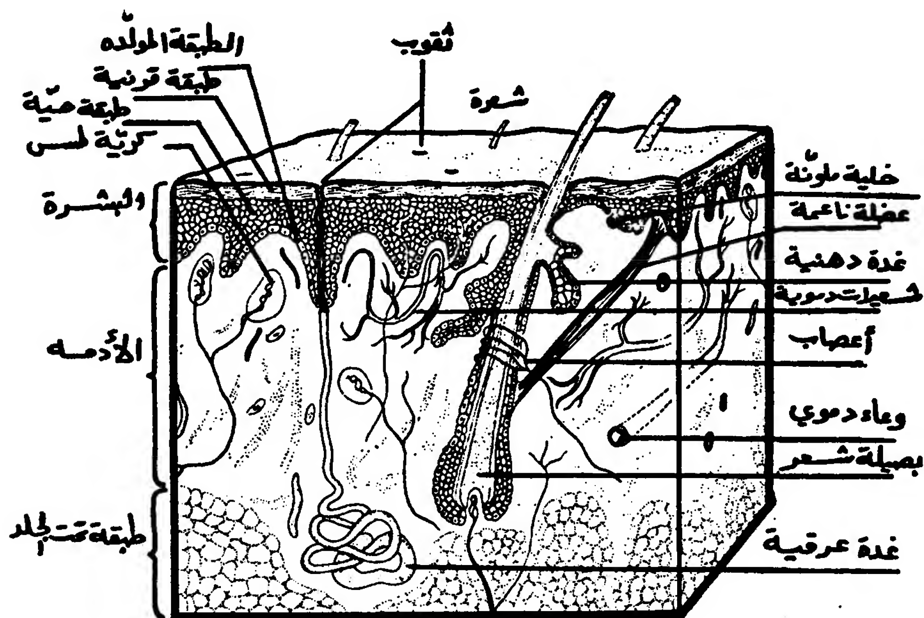
الجلد أو الغطاء الخارجي للجسم هو اكبر اجهزة الجسم ، له وظائف متعددة اساسية لبقاء الانسان ، فهو غطاء متين مرن يحفظ ويغطي بقية اجهزة الجسم الأخرى ولهذا يعتبر خط الدفاع الأول في الجسم · يختلف سمك الجلد حسب العمر والجنس والنوع ومنطقة الجسم ، فعلى سبيل المثال نجد جلد الظهر اكثر سمكا من جلد البطن كما تكون بشرة الجلد سميكة في كعب الرجل وراحة اليد وهكذا · يتميز جلد الانسان بأن له القدرة على اصلاح نفسه اذا ما تعرض للجروح أو الخدوش من حين لآخر ·

تركيب الجلد : Skin Structure

الشكل ٥ ـ ١ يبين أن الجلد يتألف من طبقتين اساسيتين : طبقة خارجية تسمى البشرة وأخرى داخلية تسمى الادمة ·

١ ـ البشرة : Epiderms

تنشأ البشرة من طبقة الاكتودرم في التطور الجنيني ، ويختلف سمكها حسب نوع الحيوان والبيئة التي يعيش فيها · وتتألف البشرة من عدة طبقات من الخلايا (نسيج طلائي مركب) : طبقة عليا ، وطبقة وسطى ، وثالثة سفلى · الطبقة العليا (الخارجية) عبارة عن خلايا مفلطحة قرنية تحتوي مادة الكيراتين Keratin تنسلخ من الجسم من حين لآخر على شكل قشور ، تكونت هذه الطبقة نتيجة لانقسام خلايا الطبقات العميقة ذات الخلايا العمادية أو المكعبة والتي تكون خلايا الطبقة الوسطى ، كما تتميز الطبقة العميقة (السفلى) باحتوائها على خلايا تحتوي على حبيبات وصبغات ملونة تكسب الجلد اللون المميز له وأهم هذه الصبغات الميلانين Melanin ، ويختلف مقدار هذه الصبغة تبعا للشعوب فتوجد بكثرة عند الزنوج بينما تكون قليلة في الشعوب الأخرى · وبشرة الجلد لا



الشــكل ٥ ـ ١

تركيب جلد الانسـان [Sherman et al 1979, P. 442]

تحتوي على اوعية دموية ولهذا لا ينزل الدم اذا تعرض الجلد لخدوش أو جروح بسيطة غير عميقة وتتغذى خلايا البشرة بواسطة الانتشار الغذائي من منطقة الادمة ، هذا وتتخلل البشرة أو تجاورها نهايات اعصاب لاستقبال المنبهات العصبية من الخارج ، كما ينتشر على السطح الخارجي للبشرة ثقوب صغيرة كثيرة العدد هي .فتحات الغدد العرقية التي منها يتسرب العرق ٠

٢ ـ الادمـــــة : Dermis

طبقة سميكة تقع أسفل البشرة وتتكون من نسيج ضام يحتوي على عدد كبير من الشعيرات الدموية ونهايات الاعصاب ولها يرجع حساسة الجلد ، كما يلاحظ في أسفل البشرة غدد مفرزة للزيوت أو الدهون تسمى

بالغدد الدهنية (الزيتية) وفيها أيضا قنوات متعرجة ملتوية هي قنوات الغدد العرقية التي تنتشر فتحاتها ببشرة الجلد ، كما يشاهد خلايا دهنية أو نسيج دهني في أو تحت الادمة مباشرة وهي المنطقة التي يخزن فيها الدهون الزائدة عن حاجة الجسم · ويختلف سمك المنطقة الدهنية حسب الحيوان والجنس والبيئة التي يعيش فيها ·

مشتقات الجلد :

هناك اعضاء أو مشتقات تابعة للجلد وهي :

١ ـ الغدد العرقية : Sweat Glands وهي من صميم تركيب الجلد عبارة عن قنوات طويلة تنتهي بجسم انبوبي كثير الالتواء كروي الشكل تقريبا وتظهر فتحاتها على سطح البشرة ، وتحاط الغدة العرقية عادة بشبكة من الاوعية الدموية ، ووظيفتها فصل العرق من الدموبالتالي ترطيب الجسم وتعديل درجة حرارته عن طريق التبخر وحفظ درجة حرارة الجسم في معدلها الطبيعي · والعرق عبارة عن محلول مائي يتألف من ٩٩٪ ماء والباقي مواد صلبة معدنية ذائبة أهمها كلوريد الصوديوم وبعض آثار اليوريا ·

٢ ـ الغدد الدهنية : Sebaceous Glands هي غدد من صميم تركيب الجلد أيضا تكون بسيطة أو مركبة كيسية الشكل متفرعة لها قناة مائلة تفتح في أعلى الشعرة ، ووظيفتها أنها تفرز مادة دهنية Sebum تعمل على تليين جلد الانسان ومنعه من الجفاف كما تساعد على انزلاق الماء عن الجسم خاصة عند الاغتسال أو السباحة ·

٣ ـ الاظافر : Nails وهي تركيبات من مشتقات طبقة البشرة ، والظفر ينتج من تجمد طبقات البشرة وتحولها الى مادة قرنية صلبة تدخل في تكوينها مادة الكيراتين التي تكسبها الصلابة ، وتبرز الاظافر عند اطراف اصابع اليدين والرجلين خارج الجسم ويزداد نموها بالطول بنمو البشرة التي تنتجه ·

٤ ـ الشعر : Hair وهو أحد مميزات الحيوانات الثديية ومنها الانسان اذ ينتشر ويغطي سطح الجلد وكثافته تختلف حسب نوع الحيوان والجنس والوسط الذي يعيش فيه ، والشعر يشكل طبقة عازلة للجسم وبالتالي يساهم في بقاء درجة حرارة الجسم ثابتة ، وتتركب الشعرة من خلايا قرنية مكونة من جذر وساق ، والجذر موجود في باطن الجلد (الادمة) والجزء السفلي منـه منتفخ ويكون البصيلة الشعرية المحاطـة بنهايات الاعصاب ، والساق هو الجزء الظاهر من الشعرة ويتركب من النخاع والقشرة ، والقشرة مكونة من خلايا مغزلية طولية تحتوي على صبغات ملونة يعزي لها لون الشعر • ويحيط بالشعر عادة غدد دهنية تعمل على لمعان وتليين الشعر ، هذا وقد يشتق من الجلد تركيبات أخرى كما في الحيوانات الاخرى كالريش (الطيور) والقشور (الاسماك) والحراشف (الزواحف) والتركيبات القرنيـة الاخرى كالقرون والمخالب والاظـلاف والحوافر كما في مختلف الحيوانات الفقارية •

وظائف الجلد : Skin Functions

نستطيع أن نستنتج أن تركيب الجلد يلائم الوظائف التي يؤديها وبالتالي فان أي تلف أو حرق لمنطقة معينة يعني أن وظائف كثيرة ستصاب بالخلل وقد تتعطل ، وهذه الوظائف هي :

١ ـ الحماية ، من حيث أنه غطاء خارجي يحيط ببقية أجهزة الجسم فهو يعمل على وقاية اعضاء الجسم والانسجة الداخلية من الصدمات والمؤثرات الخارجية ، كما أن وجود الصبغات الملونة تحمي الجسم من اشعة الشمس ولهذا فان الجلد يزيد من افراز هذه المادة عند تعرضه للحرارة العالية وهذا ما نلاحظه في سمرة البشرة لسكان المناطق الحارة كما في سكان منطقة الاغوار مثلا •

٢ ـ تنظيم درجة حرارة الجسم ، يساعد على ذلك وجود الغدد العرقية ووجود طبقة دهنية عازلة منتشرة في الجلد أو تحته ، كما أن

شبكة الاوعية الدموية الكثيفة المنتشرة في الادمة قابلة للتمدد أو الانكماش وفقا لحاجة الجسم الى التدفئة أو التبرد ٠

٣ ـ الاخراج ، كثيرا ما يتخلص الجسم من بعض فضلاته عن طريق العرق ، كما أن هناك علاقة بين عمل الجلد وعمل الكليتين ولهذا نلاحظ أن كمية البول تقل صيفا بينما تزداد شتاء لقلة نشاط الجلد ٠

٤ ـ الاحساس ، نظرا لانتشار نهايات الاعصاب في الجلد ، فهو يستقبل المنبهات الخارجية وبالتالي يصبح الجسم على اتصال مباشر بالوسط الذي يعيش فيه ويتكيف الجسم تبعا لذلك ٠

٥ ـ يعتبر الجلد مركزا لبناء فيتامين D بتأثير اشعة الشمس فوق البنفسجية على مواد عضوية مثل أرجوسترول Ergosterole الذائبة في خلايا الدهن المنتشرة في انسجة الجلد ٠

٦ ـ يساهم الجلد في المحافظة على ماء الجسم ، وبذلك يحفظ الجسم من التعرض للجفاف ، كما يمتص بعض المواد الكيماوية كالعقاقير الطبية التي قد تضر بالجسم ان بقيت فيه ٠

الفصل السادس

الهيكل العظمي Skeletal System

الهيكل العظمي (الجزء العظمي من الجسم) اجزاء صلبة قوية مرتبة بعضها ببعض ارتباطا مفصليا تكسب الانسان شكلا معينا ، ويتكون الهيكل من العظم والغضاريف والمفاصل ، وهي كما ذكرنا سابقا ، انسجة ضامة تتركب من خلايا عظمية أو غضروفية مبعثرة في مادة أرضية وفيرة وترجع صلابتها الى تركيبها الكيماوي ، فالعظم مثلا يتكون من ٦٦٪ من مواد معدنية والباقي مواد عضوية موجودة في خلايا العظم بشكل رئيسي ٠

يؤدي الهيكل العظمي وظائف هامة للجسم وهي :

١ ـ دعامة الجسم Support ، ويحفظ الشكل العام له ويكسبه استقامته ٠

٢ ـ يسمح بالحركة بفضل وجود المفاصل ونقاط الاتصال الاخرى بين العظام ٠

٣ ـ حماية الاعضاء الهامة في الجسم كالدماغ والقلب والرئتين بفضل عظام الجمجمة والصدر على الترتيب ٠

٤ ـ تكوين خلايا الدم في نخاع العظم ٠

٥ ـ مكان اتصال للنسيج العضلي خاصة العضلات الهيكلية وبالتالي تسهل الحركة ٠

٦ ـ المساهمة في ازالة المواد السامة Detoxification من الجسم وتخزينها في العظام ٠

٧ ـ خزن بعض المواد المعدنية كالكالسيوم والفسفور والتي قد يحتاجها الجسم في وقت ما ٠

يشكل العظم الجزء الاكبر من الهيكل العظمي ومن هنا جاء الاسم ، وتختلف العظام في شكلها وتقسم تبعا لذلك الى ما يلي :

١ ـ عظام طويلة Long Bones كما في عظام العضد والفخذ ٠

٢ ـ عظام قصيرة Short B. كما في عظام الامشاط والاصابع ٠

٣ ـ عظام مفلطحة Flat B كما في عظام القص والعظم الجداري (الجمجمة) ٠

٤ ـ عظام غير منتظمة Irregular B كما في عظام الفقرات ٠

يقسم الهيكل العظمي من الناحية المورفولوجية وتبعا لوضعه (الشكل ٦ ـ ١) الى قسمين :

١ ـ الهيكل المحوري : Axial Skeleton ويشمل :

أ ـ عظام الرأس ٠ Skull

ب ـ العمود الفقري ٠ Vertebral Column

جـ ـ الاضلاع ٠ Ribs

د ـ القص ٠ Sternum

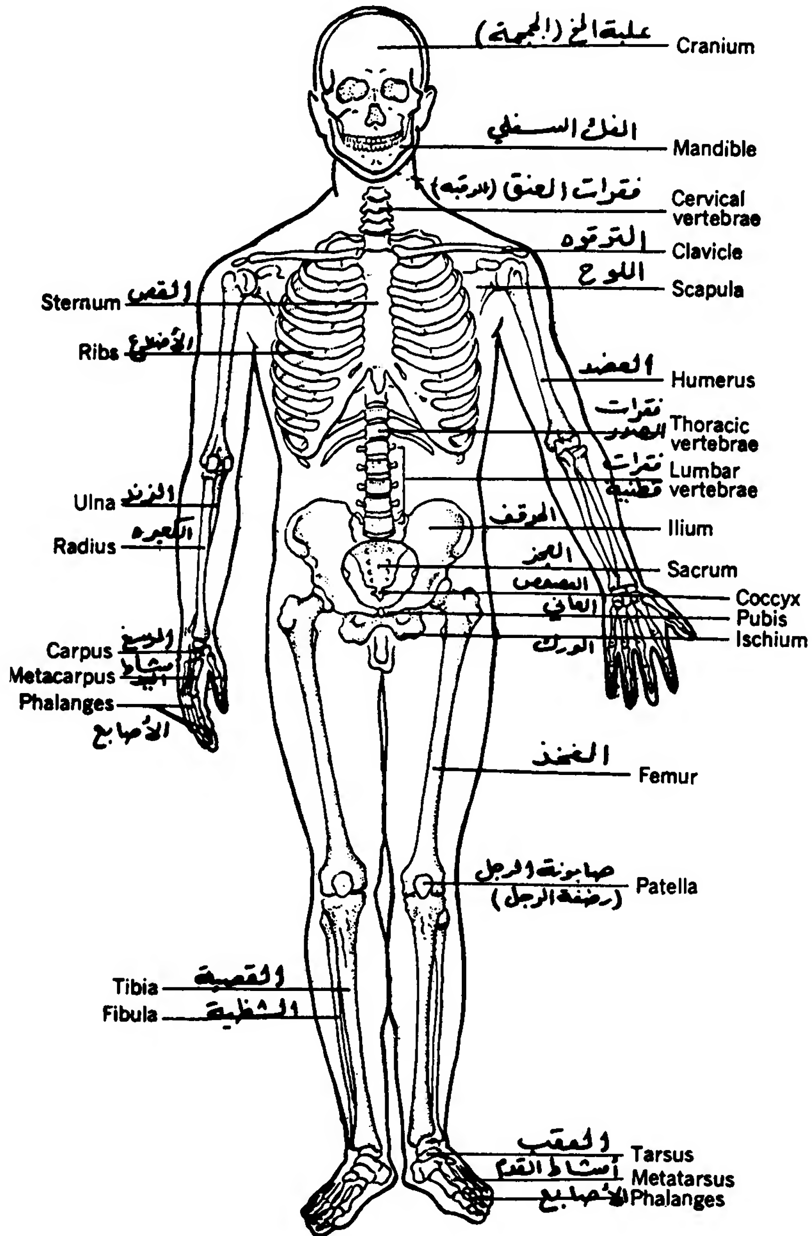
٢ ـ الهيكل الطرفي Appendicular Skeleton ويضم :

أ ـ عظام الاطراف الامامية ٠ Fore Limbs

ب ـ عظام الاطراف الخلفية ٠ Hind Limbs

جـ ـ الحزام الصدري ٠ Shoulder Girdle

د ـ الحزام الحوضي Pelvic Girdle ، هذا وتقدر عدد عظام الهيكلين (المحوري والطرفي) بحوالي ٢٠٦ عظمات وقد يختلف عددها حسب اعتبارات أخرى ٠



الشكل ٦ – ١

الهيكل العظمي [Wilson, 1978, P.88]

أولا : الهيكل المحوري : Axial Skeleton

١ ـ عظام الرأس (الجمجمة) : Skull عبارة عن صندوق عظمي مكونة من حوالي ٢٢ عظمة (ما عدا عظيمات الاذنين) مرتبطة معا ارتباطا محكمـا بواسطة بروزات معشقـة كاسنان المنشـار تسمى بالتداريـز Sutures ولا يسمح مثل هذا الالتحام بالحركة ، وتمتاز الجمجمة في الانسان بأن عظام الجبهة عريضة وكبيرة ، وعلبة الدماغ كبيرة أيضا تقع فوق الوجه وليس خلفه كما هو الحال في الثدييات الاخرى . أما قاعدة الجمجمة أو اسفلها ففيها ثقب كبير Foramen Magnum يمر من خلاله الحبل أو النخاع الشوكي ليتصل بالدماغ ، ووظيفة الجمجمة هو حماية الدماغ ومراكز الحواس الاخرى ، وتقسم الى قسمين :

أ ـ المنطقة المخية (علبة المـخ) Cranium وتشمل العظـام التي تحيط بالدماغ (الشكل ٦ ـ ٢ ـ أ) وهي :

١ ـ العظم الجبهي (الامامي) Frontal Bone

٢ ـ العظم الجداري (العلوي) Parietal B.

٣ ـ العظم القذالي (الخلفي) Occipital B.

٤ ـ العظم الصدغي (الجانبي) Temporal B.

٥ ـ العظم الاسفيني (الوتدي) Sphenoid B.

ب ـ المنطقة الوجهية Face Bones وتتكون من ١٤ عظمة ، وتحـوي منطقـة الفكين : الفـك العلـوي Maxilla والفـك السفلي Mandible . والسفلي يتحرك على الجمجمة بمفصل خاص ، وتحمل الفكوك الاسنان العظمية وعددها ٣٢ سنا في الانسان البالغ موزعة بالتساوي على الفكين ، كما يوجد فيها تجويفا العينين وتجويفا الانف ومنطقتا الاذنين .

٢ ـ العمود الفقري : Vertebral Column يؤلف العمود الفقري دعامة مرنة للجسم ويحمل الحبل الشوكي ، ويمتد طوليا في منطقة

الجذع ، وهو على درجة كبيرة من الصلابة يتركب من عدد معين من العظام غير منتظمة الشكل تعرف بالفقرات Vertebrae وتكون محور الجسم وتتصل به بقية عظام الهيكل • هذا ويرتكز قاع الجمجمة على الجزء العلوي للعمود الفقري ، وهذه ميزة اساسية في الانسان حيث ان الفقاريات الاخرى يتمفصل العمود الفقري على السطح الخلفي للجمجمة لا على سطحها السفلي ، كما يتصل بالعمود الفقري الحزامان الصدري والحوضي وبهذا تنتقل حركة الاطراف الى محور الجسم •

يتألف العمود الفقري في الانسان من ٣٣ فقرة (لاحظ الشكل ٦ – ٢ – ب) ، منها ٢٤ فقرة تتصل مع الفقرة التي تسبقها والتي تليها مفصليا مما يسهل لها الحركة وتعرف عندئذ بالفقرات المتحركة وهكذا تسمح للعمود الفقري بقدر معين من الحركة ، والفقرات الباقية (٩ فقرات) تلتحم مع بعضها وتسمى بالفقرات الملتحمة • هذا وترتبط الفقرات ببعضها بواسطة سلسلة من الوسائد أو الاقراص Discs مكونة من نسيج غضروفي ليفي مما يضفي صفة المرونة للعمود الفقري ، وقد تفلت هذه الاقراص احيانا لتبرز من الفقرات وتسبب الحالة المرضية المعروفة باسم الانزلاق الغضروفي •

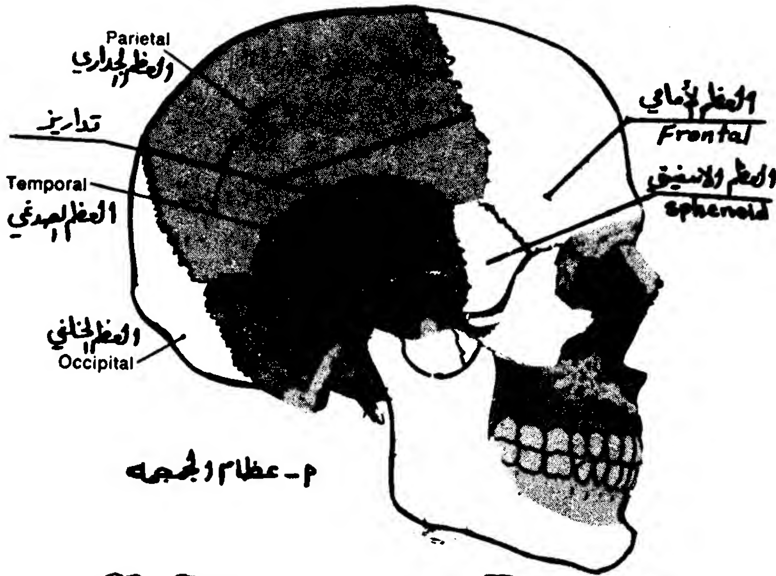
يقسم العمود الفقري الى خمس مناطق تسمى حسب موقعها وتختلف شكل الفقرات في كل منها عن الاخرى ، وهذه المناطق هي :

١ – المنطقة العنقية (الرقبية) Cervical Region وفيها سبع فقرات عنقية •

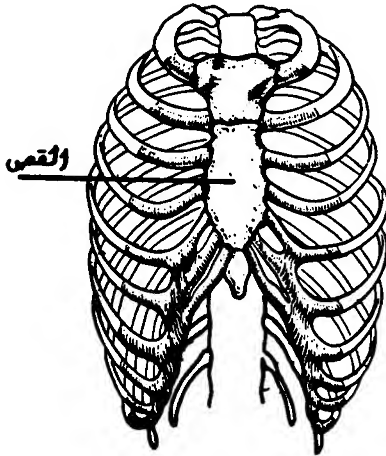
٢ – المنطقة الصدرية Thoracic R. وفيها ١٢ فقرة صدرية تتمفصل معها الضلوع لتكون ما يسمى بالقفص الصدري Ribcage الذي يحفظ القلب والرئتين •

٣ – المنطقة القطنية Lumbar R. وفيها خمس فقرات قطنية •

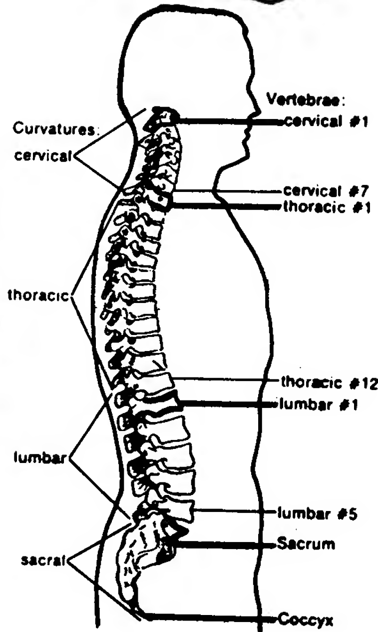
٤ – المنطقة العجزية Sacral R. وفيها خمس فقرات ملتحمة بعضها ببعض ويتصل بها الحزام الحوضي •



أ- عظام الجمجمة



جـ- القفص الصدري



ب- العمود الفقري

الشكل ٦-٢

أ. عظام الجمجمة ب. العمود الفقري جـ- القفص الصدري
[Wilson, 1978, PP. 92, 101, 110]

٥ ـ المنطقة العصعصية .Coccygeal R وفيها أربع فقرات صغيرة ملتحمة تكون الطرف الخلفي للعمود الفقري ٠

٣ ـ الضلوع : Ribs وعددها في الانسان (الذكر والانثى) اثنا عشر زوجا*(لاحظ الشكل ٦ ـ ٢ ـ ج) ، يتمفصل كل زوج منها مع احدى الفقرات الصدرية ، وتتصل الازواج العشرة الامامية من الضلوع بعظم مفلطح وسطي يسمى القص Sternum ، أما الزوجان الخلفيان من الضلوع فهمـا سائبان لا يتصلان بالقص ولهـذا يسميان بالضلـوع الطافية Floating Ribs ٠

ثانيا : الهيكل الطرفي : Appendicular Skeleton

يتألف كما ذكرنا سابقا ، من عظام الاطراف الامامية والخلفية ومنطقتي اتصالهما بالعمود الفقري وهما الحزام اصدري (الكتفي) والحزام الحوضي٠

١ ـ الحزام الصدري Shoulder Girdle يتصل الحزام الصدري بالمنطقة الامامية للعمود الفقري ، ويتركب كل حزام صدري من عظمتين : عظم اللوح Scapula . وهو عظم اساسي ظهري منبسط مثلث الشكل ، ويوجد بطرف اللوح من جهة الذراع تجويف خاص يستقبل رأس عظم العضد مكونا مفصل الكتف ٠ وعظم الترقوة Clavicle وهو عظم صغير ورفيع تتصل بالقص عند طرفها الداخلي وباللوح عند طرفها الخارجي ٠

تتركب عظام الطرف الامامي (الذراع) من الاجزاء التالية :

أ ـ العضد Humerus عظمة واحدة طويلة وقوية يتمفصل رأسها مع الحزام الصدري عند مفصل الكتف ٠

ب ـ الساعد ويتركب من عظمتين هما : الزند Ulna والكعبرة Radius وهما متساويتان في الحجم تقريبا ، لكن عظمة الزند اطول قليلا من الكعبرة وتقع في جهة الاصبع الصغير ٠

جـ ـ الرسغ Carpus عبارة عن ثمانية عظام صغيرة تقع في صفين .

د ـ اليد ، وتتألف من امشاط اليد Metacarpals وعددها خمسة عظام مستطيلة ، وسلاميات الاصابع Phalanges وعددها ثلاثة في كل اصبع ما عدا الابهام فيه سلاميتان فقط .

٢ ـ الحزام الحوضي : Pelvic Girdle ويتألف من نصفين يعرف كل منهما بالعظم عديم الاسم Innominate ويتركب كل نصف من ثلاثة عظام هي :

أ ـ عظام امامي بطني ويسمى العاني Pubis

ب ـ عظام خلفي بطني ويسمى الورك Ischium

جـ ـ عظام ظهري ويسمى الحرقف Illium

ويتمفصل العظم عديم الاسم عند الظهر بالعمود الفقري بينما يتصل نصفا الحزام الحوضي أحدهما بالآخر عند اسفل البطن فيما يعرف بالارتفاق العاني Symphysis Pubis ، ويكون العظم عديم الاسم مع الفقرات العجزية والعصعص ما يعرف باسم الحوض Pelvis .

يرتبط الطرف الخلفي بالعمود الفقري بواسطة عظمي الحوض سابقي الذكر والطرف الخلفي يشبه الطرف الامامي في التركيب مع اختلاف بسيط في الشكل والتسمية ، وعليه فان الطرف الخلفي (الرجل) يتركب من الاجزاء التالية :

أ ـ الفخذ Femur وهي اكبر واقوى عظمة في الجسم وتشبه العضد لحد ما لكنها اطول منها واكثر قوة .

ب ـ الساق ، ويتركب من عظمتين : القصبة Tibia وهي عظمة كبيرة وغليظة. وتقع للداخل ، والشظية Fibula وهي أدق من القصبة وتقع للخارج .

جـ ـ العقب Tarsus وتتكون من سبعة عظام .

د ـ القدم ، ويتركب من امشاط القدم Metatarsals وعددها خمس عظمات وتناظر امشاط اليد ، وسلاميات اصابع القدم Phalanges وعددها ثلاث في كل اصبع ما عدا الاصبع الكبير فيه سلاميتان فقط .

نمو العظام :

ان ظاهرة نمو العظام أو تكلس الغضاريف وتحويلها الى عظام هي ظاهرة حيوية دقيقة ومعقدة تعتبر من العمليات البيولوجية المعقدة ، وهي تتأثر بعدة عوامل منها :

أ ـ التركيب الوراثي .

ب ـ الهرمونات .

جـ ـ التغذية .

د ـ ومدى تمثيل عنصري الكالسيوم والفسفور في الجسم .

وتقسم العظام من حيث نظام تكوينها الى نوعين :

١ ـ العظام الغشائية : وهي التي تنشأ بطريقة خاصة في نسيج ضام من خلايا عظمية اصلية وترسبات املاح الكالسيوم كما في عظام الوجه والجمجمة .

٢ ـ العظام الغضروفية : وهي التي تنشأ في الغضروف بطريقة معقدة ذات خطوات عديدة تنتهي بتكلس الغضروف كما في عظام الاطراف والفقرات .

وبالمناسبة ، يوجد هناك ثلاثة أنواع من الخلايا المختصة بعمليات نمو وتكلس العظام وهي :

أ ـ خلايا الاستيوبلاست Osteoblasts وهي مسؤولة عن عملية تكوين العظام .

ب ـ خلايا الاستيوكلاست Osteoclasts وهي مسؤولة عن عملية امتصاص المواد المكونة للعظام .

جـ ـ خلايا الاستيوسايت Osteocytes وهي مسؤولة عن بقاء العظام في حالة حياة مستمرة ، وتوجد في صفائح دائرية في فراغات أو محافظ خاصة فيها ، والخلايا العظمية هذه تعمل بدورها على استمرار حياة العظام من جهة أو اعادة التحامها كما في حالات الكسر من جهة ثانية ٠

الغضاريـــف : Cartilages

الغضروف عبارة عن نسيج ضام متحور وهو جزء متين ومتماسك لكنه مرن قابل للانثناء ، يتكون من خلايا غضروفية متناثرة في المادة الخلالية وكثيرا ما تكون هذه الخلايا مستديرة أو شبه مستديرة أو مفلطحة حسب طبقة النسيج ٠ تعتبر الغضاريف في الجنين المكون الاساسي للجهاز الهيكلي ، ومع نمو الجنين يبدأ اجزاء من النسيج الغضروفي الى التحول تدريجيا الى عظام ، ويزداد معدل التحول بعد الولادة ، لذا عند اكتمال نمو الانسان فان معظم جهازة الهيكلي يكون مكونا من العظام مع وجود اجزاء من النسيج الغضروفي هنا وهناك متصلة بالعظام خاصة في مناطق الحركة أو نهايات الاضلاع والقصبة الهوائية والشعيبات الرئوية والانف والأذن ٠

ترجع أهمية الغضاريف في الجسم لما يأتي :

١ ـ تعطي الهيكل بعض المرونة لحد ما ، فالضلوع مثلا تتصل بالقص بواسطة اجسام غضروفية تسبب مرونة الصدر فتساعد بذلك على حركته خاصة اثناء عمليتي الشهيق والزفير في التنفس ٠

٢ ـ تشكل الغضاريف الجزء الاساسي من اعضاء واجزاء الجسم التي تتعرض للانثناء كما في صيوان الاذن ولسان المزمار والحاجز الانفي ٠

٣ ـ للغضاريف دور هام في حركة الجهاز الهيكلي كما نلاحظ في الحالات التالية :

أ ـ الوسائد الغضروفية في المفاصل خاصة مفصل الركبة تسهل حركة العظام في سرعات مختلفة دون ألم ٠

ب ـ الاقراص الغضروفية بين فقرات العمود الفقري تسهل حركة الجسم على الرغم من دقة حساسية الاعصاب في هذه المنطقة ، ومن هنا يشعر الانسان بألم شديد اذا ما تعرض لانزلاق غضروفي أو التواء في أحد المفاصل ٠

جـ ـ الحلقات الغضروفية الموجودة في القصبة الهوائية تحول دون غلق هذا الممر الهوائي الرئيسي للتنفس ٠

٤ ـ العظام التي تنزلق فوق بعضها البعض تكون سطوحها مغطاة بالغضاريف التي تمنع احتكاك العظام بعضه ببعض وبالتالي عدم تآكله وتخفف من تأثير الصدمات على هذه العظام ٠

المفاصـــــل : Joints

المفصل هو الجزء الناتج من ارتباط جزئين من اجزاء الهيكل بعضها ببعض ، ويمكن تمييز ثلاثة أنواع من المفاصل حسب حركتها وهي :

١ ـ مفصل متحرك (المفصل الحقيقي) ، وفيه تكون الحركة واسعة النطاق ، وتكون أطراف العظام مغلفة بطبقة غضروفية رقيقة ، ويغطي الغضروف غشاء زلالي يفرز سائلا يسهل انزلاق أطراف العظام بعضها على بعض ، كما يحاط المفصل من الخارج باربطة ليفية قوية تلتصق بحواف أطراف العظام المكونة للمفصل ٠ توجد هذه المفاصل في مناطق مختلفة من الجسم كما في الكتف والمرفق والرسغ والفخذ والركبة والكعب ، وكذلك بين الرأس والفقرة الاولى للعمود الفقري ٠

٢ ـ مفصل قليل الحركة ، وفيه تكون الحركة قليلة أو محدودة ، ويكون بين سطحي الاتصال طبقة غضروفية يسمح مرونتها باحداث حركة بسيطة كتلك بين فقرات العمود الفقري ٠

٣ ـ مفصل غير متحرك (ثابت) ، هذا النوع من المفاصل غير قابل للحركة ، اذ تلا مس‌اسطح الالتحام بعضها البعض وتكون هذه الاسطح غالبا مسننة كالمنشار ، كما في عظام الجمجمة ، وبالرغم أن تلامس عظام الجمجمة لا يسمح بحركة العظام في الشخص البالغ الا انها في الطفل الوليد تكون متحركة نسبيا وغير كاملة التكوين ، مما تضفي درجة من المرونة بحيث يمكن أن يتغير رأس الطفل اثناء الولادة والا كان مرور الطفل أمرا بالغ الصعوبة ٠

الفصل السابع

الهيكل العضلي Muscular System

الهيكل العضلي عبارة عن مجموع عضلات الجسم التي بواسطتها يمكن تحريك اجزاء الجسم المختلفة ، وهو يشكل حوالي ٤٠٪ من وزن الجسم ، ويتألف من وحدات تركيبية هي العضلات Muscles ، والعضلات عبارة عن مجموعة من الانسجة العضلية الذي يمكن جسم الانسان من القيام بحركاته الميكانيكية والتنقل من مكان لاخر ، وهذه العضلات هي بالفعل عضلات الحركة العامة وهي ما تعرف عادة «باللحم» . أما عدد عضلات الجسم فتختلف حسب المصدر ومع هذا فقد تبلغ حوالي ٦٩٦ عضلة .

تتركب العضلة (راجع الفصل الرابع) من عدد كبير من خيوط رفيعة متماسكة مع بعضها تسمى الالياف العضلية Muscle Fibers ، وكل ليفة عضلية تحتوي على لييفات عضلية Muscle Fibrils يتراوح عددها ما بين ألف الى ألفين لييفة مرتبة طوليا وموازية للمحور الطولي للعضلة بالاضافة الى عدد كبير من الانوية . وتحاط كل ليفة عضلية بغشاء رقيق يفصلها عن الالياف العضلية المجاورة يسمى الساركوليما Sarcolemma . أما كيماويا فتتركب العضلة من حوالي ٧٤٪ ماء ، ١٨٪ بروتين والباقي مواد عضوية (جلايكوجين) وامـلاح معدنية كالبوتاسيوم والصوديوم والكالسيوم والفسفور والمغنيسيوم ، والمادة البروتينية منها مـا هـو موجود على شكل خيوط بروتينية رفيعة تسمى الاكتين Actin ، واخرى غليظة تسمى الميوسين Myosin ولهما علاقة مباشرة في آلية انقباض العضلة وانبساطها .

أما من الناحية المورفولوجية للعضلة فتتكون من جزء منتفخ يسمى البطن أو جسم العضلة ، ومن أطراف العضلة المكونة من خيوط ليفية

تسمى الاوتار Tendons ، والاوتار هي التي تربط العضلات بالعظام ، ومن العضلات ما لها وتران فقط ومنها ما له ثلاثة اوتار أو اكثر ٠ والعضلات بوجه عام لها اشكال مختلفة حسب نوع العضلة (لاحظ الشكل ٧ ــ ١) منها :

١ ــ عضلات مغزلية الشكل ، وتضم العضلات الناعمة غير الارادية ومعظم العضلات الهيكلية ، وق يكون لها رأس واحد (وتر) وتسمى عندئذ عضلات ذات الرأس الواحد ، ومنها ما له رأسان (وتران) وتسمى عضلات ذات الرأسين ، ومنها ما له ثلاثة رؤوس (أوتار) وتسمى عضلات ذات الثلاثة الرؤوس (لاحظ الشكل ٧ ــ ١ ، الشكل ٧ ــ ٢) ٠

٢ ــ عضلات عاصرة ، وهي عضلات حلقية أو دائرية الشكل ، تتركب من ألياف عضلية دائرية تناسب الوظيفة التي تؤديها ، وتوجد في مناطق مختلفة من الجسم كما في عضلات الفم والجفنين وعنق المثانة وفتحة الشرج ٠

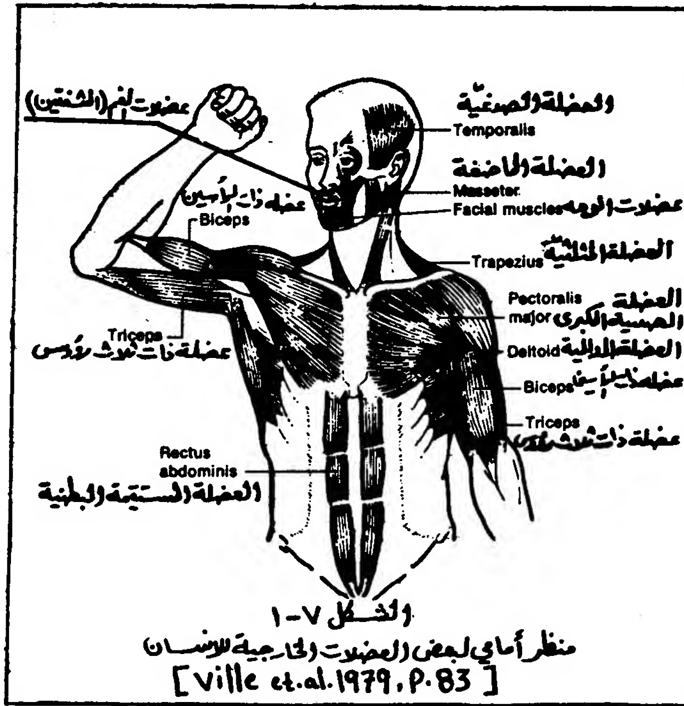
٣ ــ عضلات مستقيمة ، وتتركب من ألياف طويلة مستقيمة مثل العضلة المستقيمة البطنية التي تمتد أمام البطن والتي عند انقباضها ينحني الصدر على البطن ٠

٤ ــ عضلات سطحية ، وتظهر العضلة مفلطحة أو مسطحة كما في العضلة الصدغية ٠

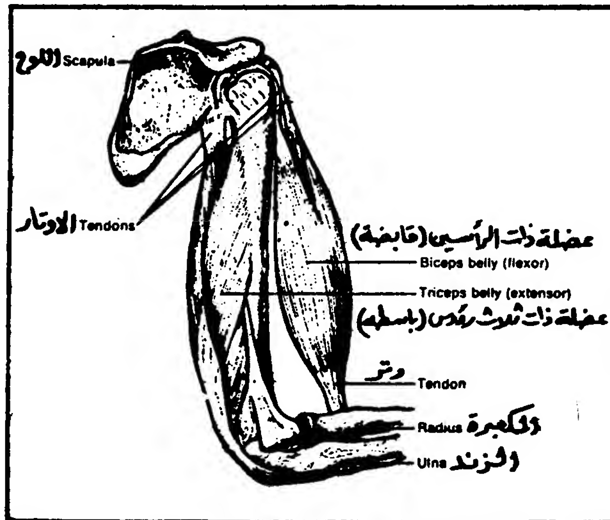
٥ ــ عضلات مثلثة ، وتبدو العضلة مثلثة الشكل كما في العضلة المثلثية (الشكل ٧ ــ ١) ٠

٦ ــ عضلة الحجاب الحاجز ، وهي عضلة متسعة عريضة تفصل التجويف الصدري عن التجويف البطني ولها علاقة مباشرة في آلية التنفس ٠

قلنا أن العضلات تمتاز بقدرتها على الانقباض والانبساط ولهذا فهي المسؤولة عن الحركات المختلفة للجسم ، ولكي يتم ذلك على اصول متناسقة لا بد من تعاون ثلاثة اجهزة رئيسية وهي :



الشكل ٧-١
منظر أمامي لبعض العضلات الخارجية للإنسان
[Ville et.al. 1979, P. 83]



الشكل ٧-٢
انثناء الساعد على العضد [Wallace 1978, P.234]

أ ـ الجهاز الهيكلي : يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات من جهة، ويعمل على دعامة الاطراف المتحركة من جهة ثانية ، ولهذا فالمفاصل لها دور هام في حركة اجزاء الجسم المختلفة ٠

ب ـ الجهاز العصبي : يعطي الأوامر (على شكل سيالات عصبية) للعضلات ذات العلاقة فتستجيب تبعا لذلك اما بانقباضها أو انبساطها ٠

جـ ـ الجهاز العضلي : وعضلاته مسؤولة عن حركة الجسم ، والعضلات غالبا ما يسيطر عليها الانسان وتسمى بالعضلات الارادية (الفصل الرابع) وتشكل معظم عضلات الجسم ، وبعضها لا يستطيع الانسان التحكم فيها تماما كالعضلات الملساء وعضلة القلب ٠

بناء على ما سبق قد يتبادر الى ذهن القارىء الاسئلة التالية : ما هي البنية الكيميائية للعضلة المستريحة ؟ وما فعل السيالات العصبية على العضلة وفسيولوجية استجابتها للحفز العصبي ؟ وكيف يتم التناسق والتآزر بين الاجهزة السابقة ؟ سبق أن قلنا أن الجهاز الهيكلي يشكل مكان اتصال مناسب للعضلات بالاضافة الى دعامة الاطراف (العضلات) المتحركة ٠ وهذه العضلات الهيكلية الارادية ـ أو بالأحرى الألياف العضلية تعتبر في حالة الراحة في حالة استقطاب Polarization أي أن الجهة الخارجية لغشاء الليفة العضلية مشحونة بشحنة موجبة بالنسبة لداخل الغشاء وذلك نظرا لوجود فرق في الجهد الكهربائي بين خارج وداخل الغشاء الليفي العضلي ، ويرجع وجود الفرق بالجهد للفرق في تركيز الأيونات بين خارج وداخل الغشاء الليفي العضلي ٠ أما المؤثر الذي يسبب انقباض العضلة الارادية فهو وصول السيالات العصبية عن طريق الخلايا العصبية الحركية الآتية من الحبل الشوكي والمخ ، اذ أن نهاية المحور العصبي للخلية العصبية تتفرع لتكون ما يعرف بالتشعبات الطرفية Terminal arborization وينتهي كل تشعب نهائي بانتفاخ يدعى بالزر الطرفي Terminal button وكل زر طرفي يحتوي على عدد كبير من حويصلات دقيقة تسمى بالأكياس المشبكية Synaptic Vesicle

والتي يعتقد العلماء أنها تختزن مواد كيماوية تسمى بالنواقل المشبكية Synaptic transmitters وهكذا تلتصق نهايات التشعبات الطرفية العصبية التصاقا محكما بالليفة العضلية ولكنها تبقى دائما خارج الغشاء الليفي العضلي • وبناء عليه ، فان وصول السيال العصبي – عبر المحور العصبي – يؤثر على الأزرار الطرفية للتشعبات العصبية النهائية وتفرز من الاكياس التشابكية مواد ناقلة (أستيل كولين Acetylcholine) لا تلبث أن تسبح بدورها في الفراغ الموجود بينها وتصبح في تماس مع الليفة العضلية الارادية وبالتالي تسبب تلاشي فرق الجهد على غشاء الليفة العصبية وانعكاسه ، بمعنى أن داخل الغشاء الليفي العضلي يصبح موجبا بالنسبة لخارجه وذلك لزيادة نفاذية غشاء الليفة العضلية لأيونات الصوديوم فتدخل بسرعة الى داخل غشاء الليفة العضلية ، وهذا يؤدي الى انقباض العضلة وعندئذ يوصف غشاء الليفة العضلية بحالة اللااستقطاب Depolarization • الا أن فرق الجهد على غشاء الليفة يعود الى وضعه الطبيعي بعد جزء صغير من الثانية وذلك بفعل عمل انزيم (الكولين استريز Cholinesterase) – وهو انزيم متوفر في نقاط الاتصال العصبي العضلي – والذي يعمل على تحطيم الاستيل كولين (يحوله الى كولين وحامض خليك) وبالتالي يبطل عمله وتعود نفاذية غشاء الليفة العضلية الى وضعها الطبيعي في حالة الراحة وتكون عندئذ مهيأة للاستجابة للحفز العصبي مرة أخرى ••• وهكذا • أما بالنسبة لآلية انقباض ألياف العضلات الارادية فقد سبق أن أشرنا الى فرضية الخيوط المنزلقة (الفصل الرابع) فحاول الرجوع اليها •

أما بالنسبة لعمل العضلات الهيكلية من الناحية المورفولوجية فتكون اما عضلات قابضة (مقربة) أو عضلات باسطة (مبعدة) ، وعمل العضلة يكون باتجاه مغاير أو مضاد للعضلة الاخرى أي أنه اذا كانت العضلة الاولى تقبض أو تثني المفصل أو تقرب العظمين فان العضلة الاخرى تعمل على انبساط المفصل أو ابعاد العظمين وهكذا ، ولتوضيح ذلك نقدم المثال التقليدي التالي (الشكل ٧ – ٢) الذي يوضح ما يحدث عند تحريك الساعد

على العضد (حاول أن تعمل ذلك) ، والعضلات المعنية هنا نوعان : عضلة ذات الرأسين Biceps وعضلة ذات الثلاث رؤوس Triceps ، فعند رفع الساعد تنقبض العضلة ذات الرأسين الممتدة أمام العضد فيتحرك الساعد نحو العضد ، أما عند بسط أو اعادة الساعد الى وضعه الاصلي تنقبض العضلة ذات الثلاث رؤوس وتسبب ابتعاد الساعد عن العضد وهكذا يكون عمل احدهما مضاد أو معاكس لعمل الاخرى ، فالاولى عندما تكون عضلة قابضة تكون الثانية باسطة وهكذا • ونفس الشيء يحدث عند انثناء الساق على الفخذ فتنقبض العضلة الفخذية ذات الرأسين الممتدة خلف الفخذ ، واذا اردنا ارجاع الساق على استقامة الفخذ تنقبض العضلة الفخذية المستقيمة ، أي أن عمل العضلة الفخذية ذات الرأسين معاكس لعمل العضلة الفخذية المستقيمة •

نستنتج مما سبق أن اهمية الهيكل العضلي ترجع الى كونه المسؤول عن حركة الجسم والتنقل من مكان لآخر ، ولكن هل يمكن تحريك العضلة باستمرار ولمدة طويلة ؟ لقد وجد أنه اذا كانت انقباضات العضلة متتالية وسريعة أن الدم لا يستطيع نقل الاكسجين بالسرعة الكافية ليفي باحتياجات العضلة كي تقوم بعملية التنفس وانتاج الطاقة ، ولهذا تلجأ العضلة الى تحليل مادة الجلايكوجين (النشأ الحيواني) الى جلوكوز الذي لا يلبث أن يتأكسد بطريقة التخمر (لا تحتاج الى اكسجين) لانتاج طاقة تعطي العضلة فرصة اكبر للعمل ، ولكن هذه العملية لا تستمر مدة طويلة اذ أن الانسان سرعان ما يشعر بالتعب أو الاجهاد Fatigue وذلك نتيجة لتراكم حامض معين يسمى حامض اللكتيك في العضلة مما يضطر عندها الشخص التوقف عن الحركة حتى تصل كمية كافية من الاكسجين لتقوم بعملية التنفس الهوائي الذي ينتج طاقة كبيرة جدا اذا ما قورنت بالطاقة الناتجة من عملية التخمر السابقة الذكر • والآن هل تستطيع أن تفسر لماذا ينصح الاشخاص ذو السمنة الزائدة بالتحرك ولعب الرياضة ؟

الفصل الثامن

الجهاز العصبي Nervous System

يتميز الانسان عن بقية الكائنات الحية الاخرى على اختلاف انواعه واحجامها ، بأنه يملك جهازا عصبيا راقيا ، هذا الجهاز هو الذي مكن الانسان من تسخير البيئة بما عليها لسعادته ولتدميره في آن واحد ، اذ الجهاز الذي مكن الانسان من اختراع السيارة والطيارة والتلفزيون والاقما الصناعية ... والعقل الالكتروني · وعليه ، مم يتركب هذا الجهاز وما وظيفته ؟ هذا ما سنحاول الاجابة عليه في هذا الفصل ·

يعتبر الجهاز العصبي اكثر اجهزة الجسم تعقيدا ويشبه عادة بجها التلفونات ، فالجهاز العصبي المركزي (الدماغ والحبل الشوكي) يمثل السنترال ، بينما تمثل الاعصاب سواء المتصلة بالدماغ أو الحبل الشوكي الاسلاك ، في حين اعضاء الاستجابة والاستقبال تمثل اجهزة المشتركين وينشأ الجهاز العصبي من طبقة الاكتودرم اثناء التطور الجنيني · هذ ويمكن اجمال الوظائف التي يؤديها بما يلي :

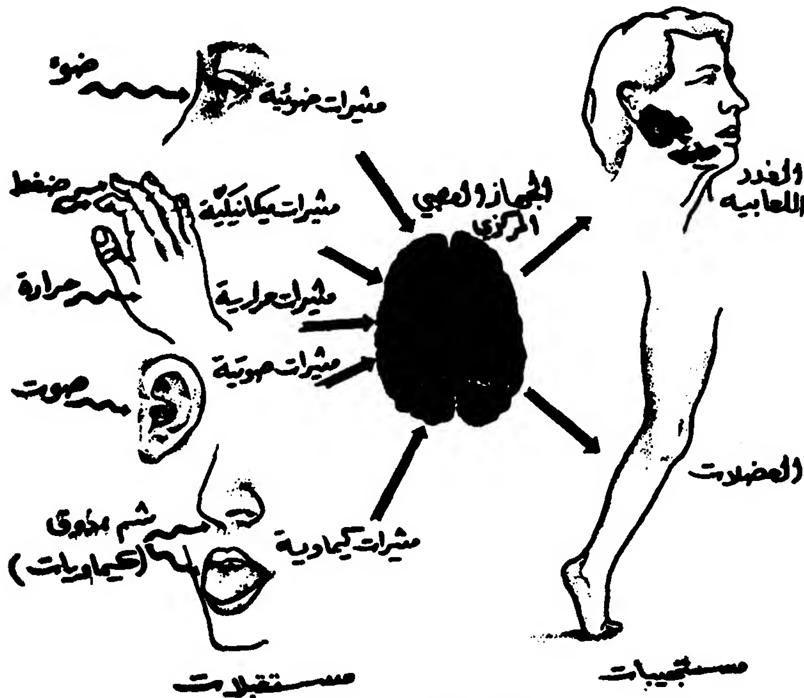
١ ـ يتحكم في نشاطات جميع وظائف اجهزة جسم الانسان الاخر وينسق اعمالها بدقة بالغة ·

٢ ـ وسيلة تلقي المعلومات سواء من البيئة الخارجية أو البي الداخلية بواسطة اجهزة الاستقبال ثم الاستجابة لها ، وبالتالي يجع الانسان على اتصال مباشر ودائم مع ما يحدث في بيئته الخارجية والداخل فيحفظ الوضع الداخلي للانسان ثابتا ومتزنا Homeostasis غمرة هذه العوامل البيئية الداخلية والخارجية المتغيرة ، ويكون هذا بالتعاو مع جهاز الغدد الصماء (الفصل التاسع) · فالفعل الانعكاسي ببساط يتكون من ثلاثة اجزاء هي :

أ ـ استلام المعلومات اما من خارج بيئة الانسان أو الحيوان أو من اعضائه الداخلية بواسطة المستقبلات الحسية Sensory Receptors ، وتدخل على شكل طاقة ضوئية أو حرارية ... أو كيماوية وهذا ما يعرف بالمنبهات أو المثيرات Stimuli ولهذا يطلق عليها مثيرات حرارية أو مثيرات ميكانيكية أو كيماوية أو ضوئية .

ب ـ المعلومات عندئذ تطور وتصنع بواسطة الجهاز العصبي المركزي الذي يعمل على تصفيته وتقييمه وتخزينه .

جـ ـ اذا كان لا بد من الاستجابة ، فان المعلومات تصدر عندئذ لاعضاء الاستجابة Effectors كالغدد والعضلات لتقوم بالعمل اللازم، والشكل ٨ ـ ١ يعطي فكرة عن هذه الخطوات .



الشكل ٨ ـ ١
المثيرات الخارجية وأعضاء الاستجابة [Clark, 1979, P.276]

٣ ـ مسؤول عن استجابات الكائن الحي (الانسان) الواعية واللاواعية بما فيها الافكار والعواطف والذكريات ··· الخ ·

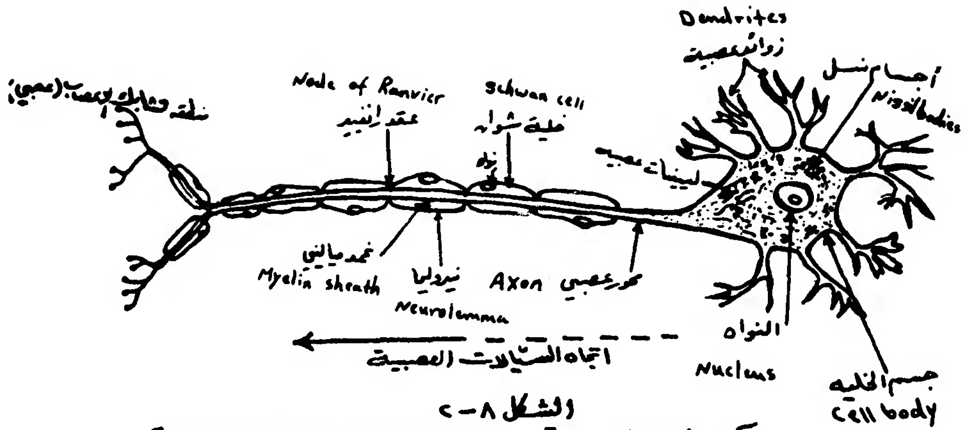
٤ ـ مركز مهم لاعضاء الحس والبصر والسمع والذوق والألم والتفكير والكلام والتعليل والضغط والارادة · وهكذا نستنتج أن أي خلل أو تلف في أي جزء من اجزاء الجهاز العصبي يؤدي الى عجز خطير في جسم الانسان ·

الخلية العصبية : Nerve Cell (Neuron)

تعتبر الخلية العصبية الوحدة التركيبية والوظيفية للنسيج العصبي ، وهي خلايا متخصصة جدا تختلف بالحجم والطول والشكل ، فقد تتراوح ما بين بضعة مليمترات الى بضعة أمتار ، اذ تصل خمسة امتار كما في الزرافة أو عشرة امتار كما في الحوت · وتوجد بشكل رئيسي في الاجزاء الرئيسية للجهاز العصبي في الدماغ والنخاع الشوكي والعقد العصبية في مختلف المواقع في الجسم بينما محاورها وتشعباتها هي التي تنتشر في اجزاء الجسم المختلفة ، كما تتصف بخاصيتي التنبة والنقل ، والنقل يتم على الدوام باتجاه واحد من الزوائد العصبية الى جسم الخلية ومن جسم الخلية الى المحور العصبي · والخلية العصبية لا تعوض اذ أن الانسان يولد مزودا بكافة خلاياه العصبية وتتوقف عن الانقسام قبل أو عند تشكلها وبالتالي تدخل في اعداد الخلايا الدائمة التي لا تنقسم ، فاذا تعرضت احدى الخلايا للتلف لن تنشأ خلية عصبية جديدة لتحل مكانها ، ماذا يحدث لو استطاع الانسان تجديد خلاياه العصبية باستمرار ؟

الشكل ٨ ـ ٢ يبين تركيب الخلية العصبية ، وهي تتركب من الاجزاء التالية :

١ ـ جسم الخلية Cell Body ويحتوي السيتوبلازم والنواة واجسام جولجي وميتوكندريا وحبيبات صبغية ، وشبكة من اللييفات



الشكل ٨ – ٣
تركيب الخلية العصبية [عن: Spence and Mason 1979, p.271]

العصبية ، كما تحتوي على مواد أخرى على شكل حبيبات تعرف باجسام أو حبيبات نسل Nissil Bodies وتتركب من RNA وبروتين وآثار من الحديد ، اما الليفات العصبية فهي عبارة عن خيوط رفيعة متداخلة تمتد الى جسم الخلية ولها علاقة بالنشاطات العصبية للخلية • ولا تحتوي الخلية العصبية على سنتريولات لذا فقدت قدرتها على الانقسام •

٢ ـ زوائد أو شجيرات عصبية Dendrites يبرز من جسم الخلية العصبية زوائد يختلف عددها من خلية لاخرى ، فقد تكون ذات فرع واحد فتسمى خلية عصبية وحيدة القطب Unipolar Neuron أو يخرج منها فرعان فتسمى خلية ثنائية القطب Dipolar N. ، أو تكون عديدة التفرع وتسمى عندئذ خلية عديدة الاقطاب Multipolar N. وهو النوع الشائع بين خلايا النسيج العصبي •

٣ ـ المحور العصبي Axon ، زائدة عصبية طويلة قد يمتد طولها ما بين بضعة مليمترات الى بضعة أمتار ، ويتكون نتيجة لاستطالة أحد الزوائد العصبية الذي بدوره ينتهي بتفرع عصبي شجري نهائي ، وغالبا ما يحاط المحور أو يغلف بغمد نخاعي أو بأغشية خلوية مكونة من دهون وبروتين تسمى «مايلين» Myelin Sheath تكونها خلايا خاصة تعرف

بخلايا شوان Schwan Cells المحيطة بالغمد النخاعي الذي يتقطع على ابعـاد متتابعة بعدد مـن الاختناقات تعـرف باسم عقـد رانفير Node of Ranvier كما يحيط بالغمد النخاعي طبقة رقيقة تغلفه من الخارج تعرف بالغشاء العصبي (نيروليما) Neurolemma يحمي الليفة العصبية من القطع اذا ما تعرضت للجذب الشديد وتفرزه خلايا شوان السابقة الذكر ٠ يعمل المحـور العصبي على نقـل السيالات العصبيـة Impulses من جسم الخلية الى منطقة تشابك الاعصاب ٠ هذا وقد وجد أن المحاور المغطاة بالمادة الدهنية عازلة توصل السيالات العصبية اسرع من نظيرتها الخالية من هذه المادة ٠

أنواع الخلايا العصبية :

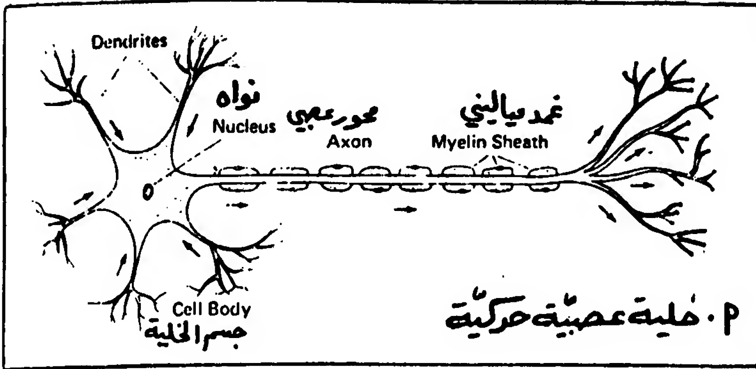
تقسم الخلايا العصبية حسب وظيفتها الى ثلاثة أنواع (الشكل ٨ـ٣) وهـــي :

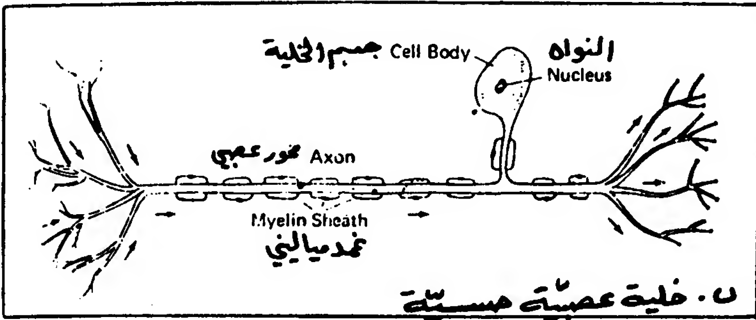
١ ـ خلايا عصبية حسية Sensory Neurons وهي عبارة عن الخلايا المتصلة باعضاء الاستقبال وتنتشر عادة في الجلد واعضاء الحس الاخرى كالعين والاذن واللسان والانف ، وظيفتها تتسلم أو تستقبل المنبهات أو المثيرات العصبية من خارج أو داخل الجسم على السواء وتنقلها على شكل سيالات عصبية الى النخاع الشوكي والدماغ ٠ هذا وقد تصنف هذه الخلايا حسب نوع المنبه الى خلايا عصبية مستقبلة ضوئية أو مستقبلة كيماوية أو حرارية أو ميكانيكية وهكذا ٠

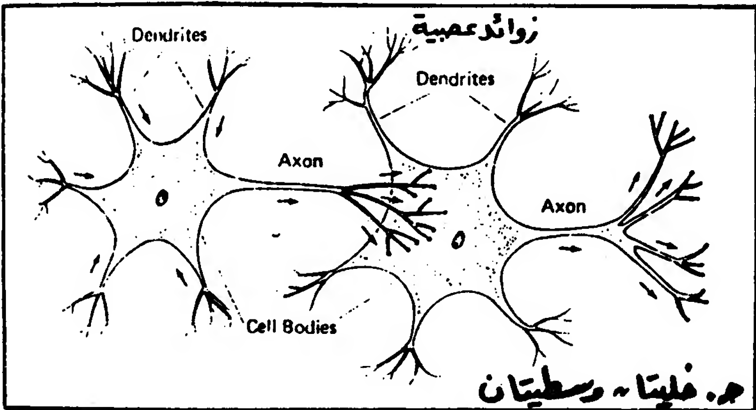
٢ ـ خلايا عصبية حركية Motor Neurons وهي عبارة عن الخلايا المتصلة باعضاء الاستجابة كالعضلات والغدد وتنقل الاوامر العصبية من الدماغ الى اعضاء الاستجابة لعمل اللازم ٠

٣ ـ خلايا عصبية وسطية (بينية)
Internuncial (Associated) Neurons

وهي عبارة عن حلقة الوصل بين الخلايا الحسية والحركية ، وتعمل على تسلم السيال العصبي من عضو الاستقبال وتسلمه للخلية العصبية الحركية أو العكس (لاحظ اتجاه الاسهم في الشكل ٨ ـ ٣) ٠







الشكل ٨ - ٣

أنواع الخلايا العصبية [Herreid II, 1977, P. 342]

اقسام الجهاز العصبي :

يقسم الجهاز العصبي الى قسمين رئيسيين هما :

١ ـ الجهاز العصبي المركزي (CNS) Central Nervous System

٢ ـ الجهاز العصبي الطرفي (PNS) Peripheral Nervous System

اولا : الجهاز العصبي المركزي : CNS

يتركب الجهاز العصبي المركزي من قسمين هامين هما :

١ ـ الدماغ : Brain

٢ ـ النخاع الشوكي Spinal Cord ويغلف الدماغ والنخاع الشوكي ثلاثة اغشية تسمى اغشية الدماغ أو السحايا Meninges لحمايته من الاحتكاك والمؤثرات الخارجية ، وهي :

أ ـ غشاء الأم الجافية Dura Mater غشاء سميك ليفي متصل بجدار الجمجمة ·

ب ـ غشاء الأم الحنون Pia Mater غشاء رقيق جدا يحيط بالدماغ مباشرة وتنتشر فيه أوعية دموية كثيرة لتغذية الدماغ ·

ج ـ الغشاء العنكبوتي Arachnoid Membrane غشاء مصلي شفاف يقع بين الغشائين السابقين ، ويوجد فراغ تحت العنكبوتي Sub-archnoid Space مملوء بسائل خاص يدعى السائل النخاعي Cerebro-Spinal Fluid يحفظ النخاع الشوكي من الاحتكاك والصدمات الخارجية ·

الدماغ : Brain

يعتبر الدماغ اكبر عضو عصبي في جسم الانسان ، يتركب من ١٢ بليون خلية عصبية أو اكثر ويشغل اغلب الجمجمة ويبلغ وزنه في الانسان البالغ حوالي ١٤٠٠ غم · يبدأ تكون الدماغ في الجنين بشكل انتفاخ في

الطرف الامامي من انبوبة عصبية Neural Tube تنمو للامام وتنحني الى الجهة البطنية ، وينشأ بعد ذلك انتفاخ آخر وثالث يقع خلفه ، وبذلك يتكون ثلاثة اجزاء رئيسية تتشكل فيما بعد لاجزاء دماغية اخرى (الشكل ٨ ــ ٤) وهذه الاجزاء هي :

أ ــ الدماغ الامامي Prosencephalon-Forebrain

ب ــ الدماغ الاوسط Mesencephalon-Midbrain

جـ ــ الدماغ الخلفي Rhombencephalon-Hindbrain

ويحصل الدماغ على معظم المواد الغذائية اللازمة له وتخليصه من الفضلات عن طريق الدم وقليل جدا من هذه المواد يكون عن طريق السائل النخاعي الذي يملأ كافة تجاويفه التي يبلغ عددها أربعة بما فيها القناة المركزية ٠ ويستخدم الدماغ الجلوكوز كمصدر اساسي له لانتاج الطاقة ولعل هذا له علاقة في نسبة السكر بالدم ٠ هذا وأن معدل استهلاك الدماغ من الاكسجين ثابت لا يتأثر بحالة الانسان سواء كان نائما أو يقظا أو في حالة راحة أو تعب أو بأي تغيرات في دورة الدم ، الا أنه يتأثر بالنشاط الفعلي الزائد أو بأي انخفاض في نسبة جلوكوز الدم فقد يحدث الدوخان أو الاغماء عندما تنقص نسبة السكر في الدم بشكل واضح ٠

الدماغ الامامي : Forebrain

يتألف الدماغ الامامي من الاجزاء التالية :

١ ــ المخ Cerebrum وهو اكبر اجزاء الدماغ حجما واكثرها تعقيدا ، ويشكل حوالي ٩٠٪ من حجم الدماغ ٠ ويتركب من خلايا عصبية كثيرة الفروع والمحاور العصبية ، ويتألف من طبقتين احداهما خارجية تسمى القشرة المخية Cerebral Cortex يكثر فيها التجاعيد والتلافيف المخية Gyri خاصة في الانسان ، أما دماغ الاسماك والبرمائيات مثلا لا تحتوي على القشرة المخية ، والزواحف والطيور لها قشرة لكنها بسيطة أو اثرية وكذلك الثدييات الاولية قشرتها ناعمة وملساء ، وكلما صعدنا في سلم المملكة الحيوانية حتى نصل الانسان نجد أن القشرة مكونة من تجاعيد

وتلافيف كثيرة جدا ولعل ذلك له علاقة بالذكاء أو الناحية التعليلية والتعليم في الكائن الحي · وعلى الرغم أن دماغ الانسان كبير الحجم بالنسبة لحجم الجسم الا ان هناك حيوانات لها دماغ اكبر وزنا من نظيره في الانسان لكنها بالطبع أقل ذكاء منه (وزن دماغ الفيل ٤ أمثال وزن دماغ الانسان) ، وبالرغم أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على الذكاء الا أن بعض العلماء يقترح معيارا وسطا للذكاء وهو نسبة وزن الدماغ الى وزن النخاع الشوكي ، ففي الاسماك والبرمائيات تبلغ ١ : ١ ، وفي الانسان تصل ٥٥ : ١ ، بعبارة أخرى أن وزن دماغنا اكبر ٥٥ مرة من وزن النخاع الشوكي ، كما أن هناك حيوانات مثل الدلفين Porpoise له قشرة دماغية اكثر تجعدا من نظيرتها في الانسان لكنه أقل ذكاء · لقد قدر عدد الخلايا العصبية التي تحتويها القشرة بتسعة بلايين خلية أي ما يعادل ٧٥٪ من مجموع خلايا الجسم العصبي توجد اجسامها في ما يعرف بالمادة الرمادية Gray Matter ، أما الطبقة الثانية للمخ فهي طبقة داخلية تتركب من ألياف ومحاور عصبية ذات أغلفة نخاعية تعرف بالمادة البيضاء White Matter ·

أما من الناحية المورفولوجية ، فيتألف الدماغ من نصفين متشابهين أيمن وأيسر يدعى كل منهما بالنصف الكروي المخي Cerebral Hemisphere ويفصلهما شق مستطيل يسمى بالشق الطولي Longitudinal Fissure ويصل نصفي الكرة المخيين أربطة من الألياف العصبية Corpus Callosum هذا ويمتد كل نصف كرة مخي الى الامام ليكون فص الشم وبالتالي اعصاب الشم · ويفصل تلافيف المخ خطوط أو تلافيف تقسم كل نصف كرة مخي الى أربعة فصوص (لاحظ الشكل ٨ ـ ٤) هي :

أ ـ الفصل الامامي (الجبهي) Frontal Lobe

ب ـ الفص العلوي (الجداري) Parietal Lobe

ج ـ الفص الجانبي (الصدغي) Temporal Lobe

د ـ الفص الخلفي (المؤخرى) Occipital Lobe

الشكل ٨ - ٤

منظر وسطي جانبي للدماغ [Evans ,1976 ,P.155]

الشكل ٨ - ٥

قطاع عرضي في النخاع الشوكي والأعصاب المتصلة به المتعلقة بالقوس الانعكاسي [Herreid II, 1977]

هذا وتعتبر هذه الاجزاء مجتمعة مراكز مهمة جدا لمناطق الحركة والشم والاحساس العام والكلام والسمع والابصار ولهذا فان أي تلف فيها يؤدي الى ضرر كبير في جسم الانسان ·

٢ – المخ البيني : Diencephalon ويشمل جزئين هما :

أ – التلامس (سرير المخ) Thalamus ترتبط بالقشرة المخية وتعتبر مركزا لتنظيم وتجميع السيالات العصبية القادمة من جميع اعضاء الحس (ما عدا الشم) والمخيخ وتوصلها لقشرة الدماغ ·

ب – هيبوتلامس (تحت السرير) Hypothalamus لها دور هام نلخصه فيما يلي :

١ – مركز رئيسي لضبط الجهاز العصبي الذاتي ANS وذلك لان معظم ارتباطاتها العصبية مع هذا الجهاز ·

٢ – ترتبط ارتباطا وثيقا بجهاز الغدد الصماء خاصة الغدة النخامية ·

٣ – تساهم في تنظيم درجة حرارة الجسم فسيولوجيا ·

٤ – تنظم نشاطات الجسم مثل شعور الانسان بالجوع والعطش والنوم وتحريك الرغبات ·

٥ – لها علاقة بالتنظيم الاسموزي لسوائل الجسم بما فيه حفظ توازن الماء ·

٦ – مصدر لهرمونين هما : Oxytocin, ADH ويخزنان عادة في الفص الخلفي للغدة النخامية ·

٧ – تهيىء الجسم لحالة الطوارىء ·

الدماغ المتوسط : Midbrain

ويتالف من :

١ – الفصين البصريين Optic Lobes ويقسم كل منهما الى قسمين فتبدو على شكل بروزات حلمية الشكل تسمى بالجسم الرباعي أو الحدبات التوأمية الاربع Corpora Quadrigemina وتعتبر مركزا لمرور الاحساسات البصرية ولهذا فان تلفها يسبب العمى ·

٢ ـ السويقتان المخيتان Cerebral Peduncles وتصلان القنطرة بالمخ ، وهما طريقان ناقلان للرسائل العصبية من والى الدماغ ، وهكذا فان اتلاف سويقة مخية واحدة قد يسبب شللا في الجهة المعاكسة من الجسم ٠

الدماغ الخلفي : Hindbrain

ويتألف من ثلاثة اجزاء هي :

١ ـ المخيخ Cerebellum يقع اسفل الجزء الخلفي من النصفين الكرويين المخيين ٠

وظيفته الرئيسية تنظيم وتنسيق الحركات الجسمية وحفظ توازن الجسم ، وهو يتركب من الاجزاء التالية :

أ ـ فصين جانبيين Cerebellar Hemispheres متساويين في الحجم ، ويحتوي كل جزء على تجعدات وتلافيف مخيخية غير عميقة ٠

ب ـ جزء وسطي صغير يربط نصفي الكرة معا يسمى بالفص الدودي Vermis ٠

٢ ـ القنطرة : Pons عبارة عن انتفاخ يقع اسفل الدماغ وفوق النخاع المستطيل مباشرة ، وتصل النخاع المستطيل والمخيخ بالدماغ المتوسط كما تربط جانبي المخيخ بواسطة اربطة ليفية عصبية ، وهي طريق لنقل السيالات العصبية ويوجد فيها مراكز عصبية يعتقد أن لها علاقة بالانفعالات النفسية ، كما يوجد فيها مركز عصبي له علاقة باغلاق جفون العينين تلقائيا في حالة تعرض العين للضوء الساطع ٠

٣ ـ النخاع المستطيل Medulla Oblongata وهو جزء مخروطي الشكل يبلغ طوله حوالي ٢½ سم ، يقع بين النخاع الشوكي والدماغ وبالتالي يصل الدماغ بالنخاع الشوكي أو القنطرة بالنخاع الشوكي ، كما ويعتبر امتدادا للنخاع الشوكي أو انتفاخا منه داخل تجويف الجمجمة ٠ أما تركيب النخاع المستطيل فيختلف عن تراكيب المخ والمخيخ من حيث أن

المادة الرمادية توجد في الداخل والمادة البيضاء توجد في الخارج ، وعند مرور المحاور العصبية البيضاء في الدماغ تتقاطع مع بعضها البعض في اتجاه مضاد بحيث لو حدث تلف أو اصابة في المنطقة اليمنى من الدماغ فان التأثير العصبي يكون في المنطقة اليسرى من الجسم ·

ترجع وظيفة النخـاع المستطيل الى المراكز العصبيـة التي يحتويها فيخرج منه على سبيل المثال الاعصاب المخية رقم ٩ ، ١٠ ، ١١ ، ١٢ · كما يوجد فيه مراكز عصبية أخرى تتحكم في التنفس واخرى تعمل على تنظيم دقات القلب وحركات المعدة والامعاء وتنظيم افراز العصارة المعدية واللعاب والاستفراغ والبلع والعطس والسعال ، كما أنه يعتبر حلقة وصل هامة تنقل المعلومات والرسائل العصبية الحسية من النخاع الشوكي للدماغ ونقل الاوامر الحركية من الدماغ الى النخاع الشوكي ·

النخاع الشوكي : Spinal Cord

عبارة عن حبل عصبي أبيض اسطواني الشكل يوجد في القناة الشوكية الفقرية Vertebral Canal ، ويعتبر اصغر مكونات الجهاز العصبي المركزي اذ يقارب ٥٪ من حجمه ، ويبلغ طوله حوالي ٤٥ سم وسمكه سمك قلم الرصاص ، ويظهر فيه انتفاخان أحدهما في منطقة العنق والثانية في المنطقة القطنية · ويحيط بالنخاع الشوكي امتدادات الاغشية الدماغية وهي : غشاء الأم الجافة والأم الحنون والغشاء العنكبوتي ·

يشبه في تركيبه النخاع المستطيل من حيث أن المادة الرمادية موجودة في الداخل والمادة البيضاء في الخارج ، لذلك يلاحظ عند عمل قطاع عرضي (الشكل ٨ ــ ٥) أن المادة الرمادية في الداخل موزعة على شكل حرف H ومحاطة بالمادة البيضاء من الخارج · ويخرج من النخاع الشوكي على مسافات منتظمة ٣١ زوجا من الاعصاب الشوكية ولكل عصب جذران :

أ ــ جذر ظهري Dorsal Root ويحتوي على اعصاب الحس ويعمل على نقل الرسائل العصبية من اعضاء الاستقبال في اجزاء الجسم المختلفة الى النخاع الشوكي فالدماغ ·

ب ـ جذر بطني Ventral Root ويحتوي على اعصاب الحركة وينقل الرسائل أو الاوامـر التنبيهية الحركية من الدمـاغ الى اعضاء الاستجابة (العضلات أو الغدد) ٠

ثانيا : الجهاز العصبي الطرفي : PNS

يتركب الجهاز العصبي الطرفي (الشكل ٨ ـ ٦) من شبكة من الاعصاب تنتشر في اجزاء الجسم ، وهو يعمل على ربط الجهاز العصبي المركزي (الدماغ والنخاع الشوكي) بجميع اجزاء الجسم ٠ وتقسم هذه الشبكة من الاعصاب الى ما يلي :

١ ـ الاعصاب الشوكية Spinal Nerves وعددهـا ٣١ زوجـا تخرج من النخاع الشوكي على مسافات منتظمة وهي :

أ ـ ٨ ازواج تعصب المنطقة العنقية Cervical Nerves

ب ـ ١٢ زوجا تعصب المنطقة الصدرية Thoracic Nerves

جـ ـ ٥ ازواج تعصب المنطقة القطنية Lumbar Nerves

د ـ ٥ ازواج تعصب المنطقة العجزية Sacral Nerves

هـ ـ زوج واحد يعصب المنطقة العصعصية Coccygeal Nerve

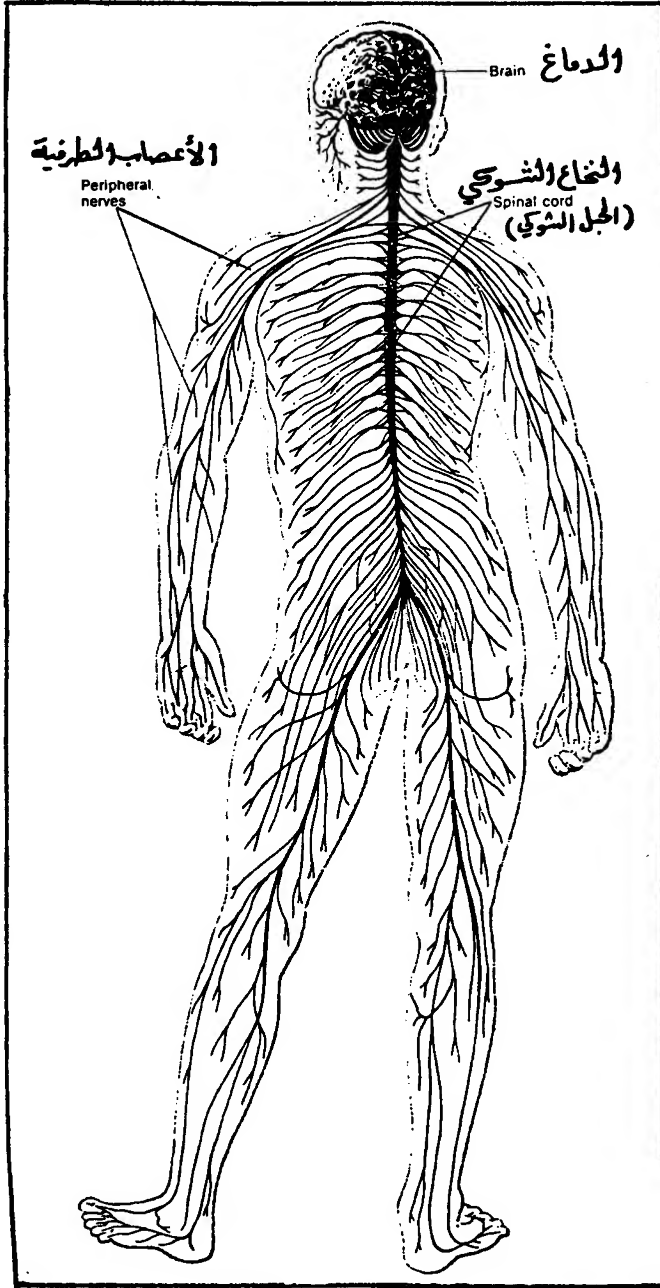
٢ ـ الاعصاب الذاتية Autonomic Nerves وهي اعصاب حركة تنظم اعمال جميع اعضاء الجسم التي تخضع لارادة الانسان كحركة القلب والمعدة والامعاء وجدر الاوعية الدموية ٠

٣ ـ الاعصاب المخية Cranial Nerves يتصل بالدماغ ١٢ زوجا من الاعصاب المخية (الشكل ٨ ـ ٧) ، وتقسم عادة الى ثلاث مجموعات :

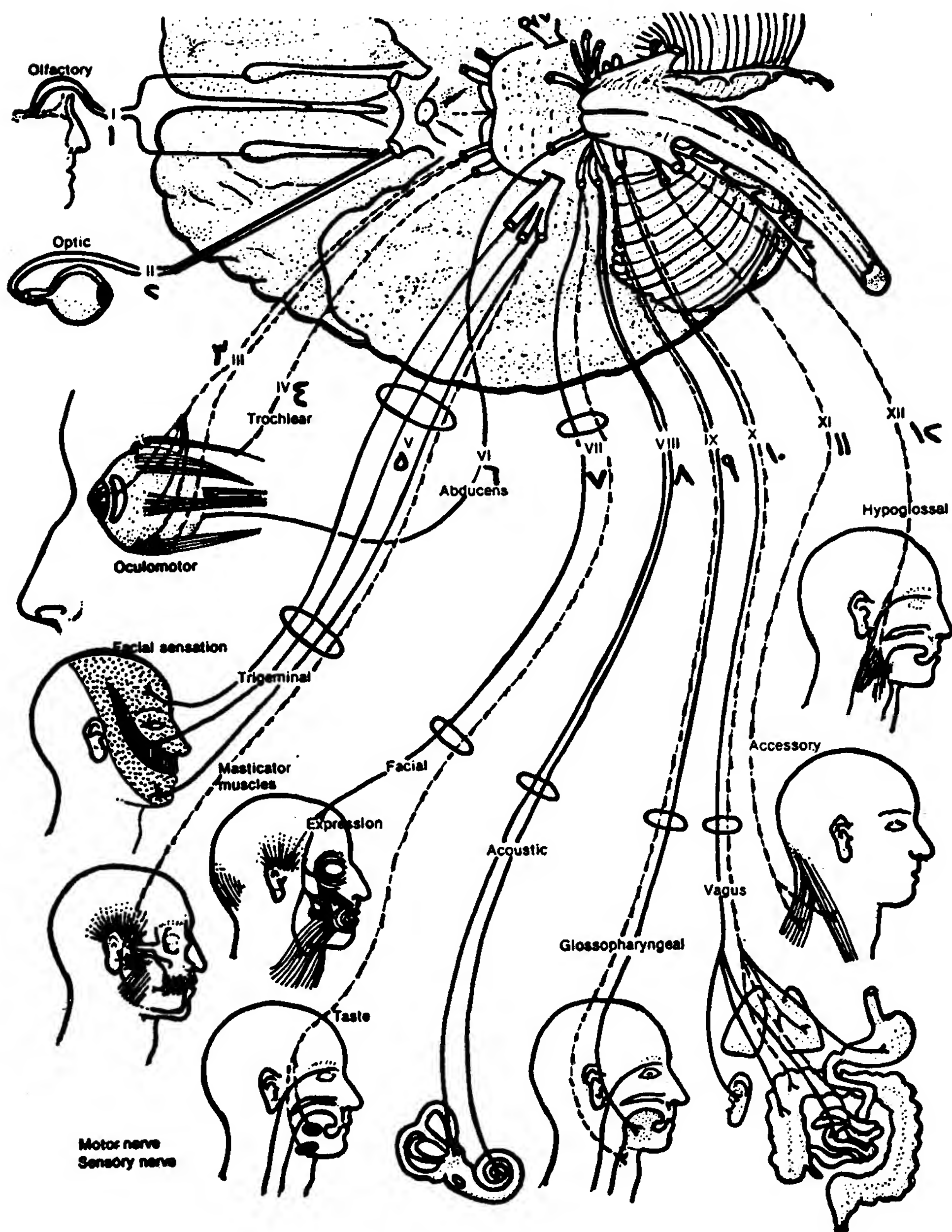
أ ـ اعصاب حسية وهي الاعصاب رقم ١ ، ٢ ، ٨ ٠

ب ـ اعصاب حركية وهي الاعصاب رقم ٣ ، ٤ ، ٦ ، ١٢ ٠

جـ ـ اعصاب مختلطة وهي اعصاب حس وحركة وتضم الاعصاب رقم ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٠ ، ١١ ٠



الشكل ٨ – ٦
الجهاز العصبي الطرفي [Evans, 1976, P.152]



الشكل ٨ – ٧
الأعصاب المخية [Evans، 1976، P.167]

والاعصاب المخية (لاحظ الشكل ٨ ـ ٧) حسب أرقامها هي :

١ ـ اعصاب شم Olfactory Nerves وتخرج من الجزء الامامي للنصفين الكرويين المخيين ٠

٢ ـ اعصاب البصر Optic Nerves تنتشر في شبكيـة العـين وتتصل بالعصب البصري (عصب الرؤية) ، ويتقاطع العصبان البصريان في نقطة تسمى نقطة التصالب Optic Chiasma ٠

٣ ـ العصب المحرك للعين Oculomotor Nerve ويحرك عضلات العين كما ينظم حجم كرة العين ٠

٤ ـ العصب البكري Throchlear Nerve ويحرك عضلات كرة العين كما يذهب الى العضلات المائلة جانبيا لكرة العين ٠

٥ ـ العصب التوأمي الثلاثي Trigeminal Nerves وهو عصب مختلط يتفرع الى ثلاثة فروع ويحتوي على اعصاب حسية تذهب الى الفم واللسان واعصاب أخرى تعمل على تحريك العضلات التي لها علاقة في مضغ الطعام ٠

٦ ـ العصب المبعد للعين Abducent Nerve ويحرك العين حركة جانبية ٠

٧ ـ العصب الوجهي Facial Nerve وتتصل الاعصاب بعضلات الوجه والفم والشفاه وتعمل على تحريك عضلات الوجه لاعطاء التعبيرات المختلفة للوجه ، كما تنبه افراز اللعاب وبعضها يتصل ببراعم الذوق في اللسان ٠

٨ ـ العصب السمعي Acoustic (Auditory) Nerve وهو عصب حسي يتصل بالأذن وله علاقة بالسمع والتوازن ٠

٩ ـ العصب اللساني البلعومي Glossopharngeal Nerve وهو عصب حس وحركة ، ويعصب اللسان وعضلات البلعوم ويساعد في تنبيه افراز اللعاب كما يحرك العضلات الخاصة بالمضغ والذوق وانعكاسات التنفس وضغط الدم ٠

١٠ـ العصب التائه أو المبهم (الرئوي المعدي) Vagus Nerve وهو عصب مختلط يمر من جانبي النخاع الشوكي ثم الرقبة والصدر والمعدة ويتفرع الى الحنجرة والقلب والرئتين والمعدة والامعاء والكبد ·

١١ـ العصب الاضافي أو الزائد Accessory Nerve وهو عصب حركة يرسل أليافه العصبية الى بعض عضلات الرقبة ، ويعمَل على حركة الرأس والاكتاف والاعضاء المحدثة للصوت ·

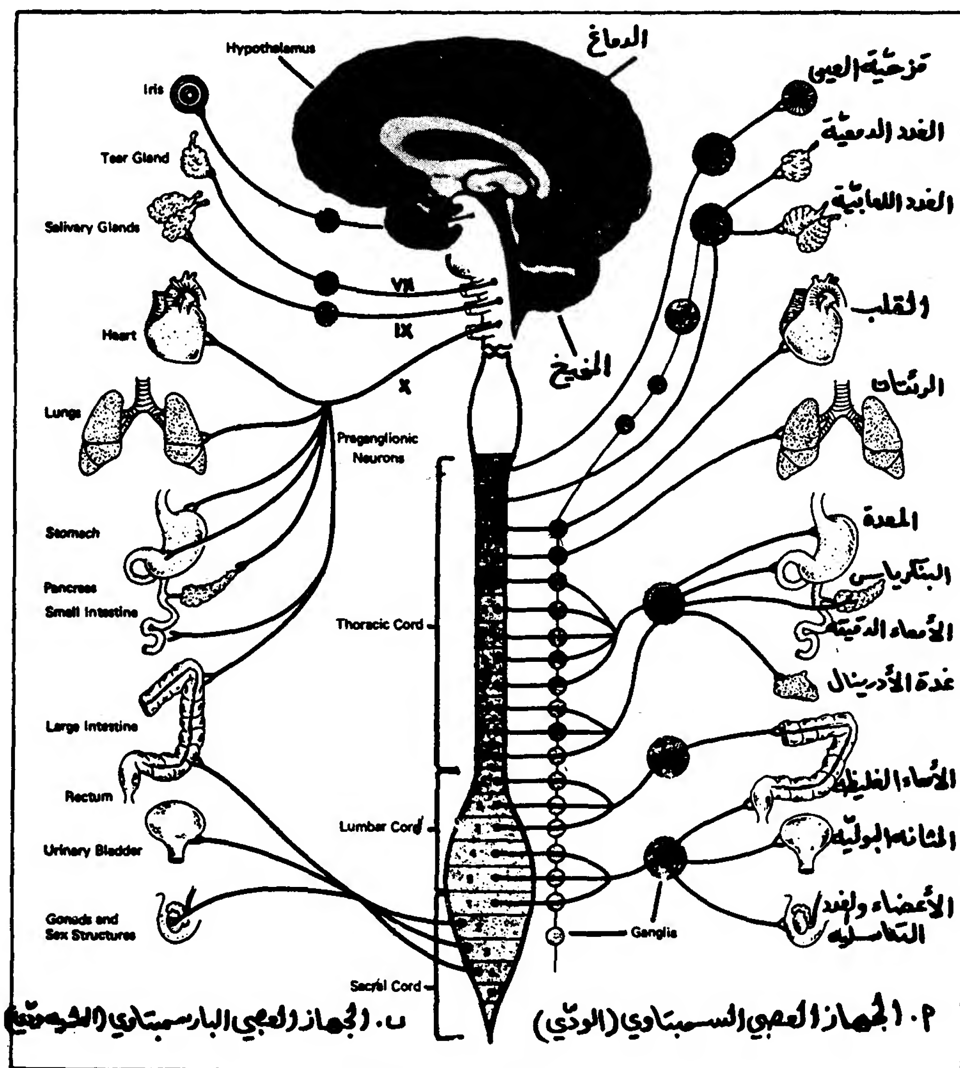
١٢ـ العصب التحت لساني Hypoglossal Nerve وهو عصب حركة يرسل أليافه العصبية الى عضلات اللسان ويعمل على تحريكه ·
،ما وظيفيا فيقسم الجهاز العصبي الطرفي الى قسمين هما :

١ ـ الجهـاز العصبـي الجسمي Somatic Nervous System
وتنتشر اعصاب هذا الجهاز بالعضلات الهيكلية والجلد ، وهو مسؤول عن الحركات العضلية الارادية ، والاعصاب هنا نوعان : اعصاب حسية وأخرى حركية ·

٢ ـ الجهـاز العصبـي الذاتـي (الحشـوى أو اللاارادي) Autonomic Nervous System واعصاب هذا الجهاز اعصاب حركة فقط وهي ليست خاضعة لارادة الدماغ ، وتنتشر الاعصاب في الاعضاء الباطنية والاعضاء الصدرية كالامعاء والمعـدة والكبد والجهـاز البولي والتناسلي والغدد والقلب وجدر الاوعية الدموية والرئتين ، وهي تحرك الاعضاء الباطنية آليا لتأدية وظائف الحياة الحيوية كالهضم والامتصاص والتنفس والتكاثر والاخراج ، كما تتحكم بشكل آلي في حركات القلب والقناة الهضمية والجهاز البولي والاوعية الدموية وافراز الغدد ، وباختصار فالجهاز مسؤول عن تنظيم وتوازن وثبات الوسط الداخلي للجسم ·

ويقسم الجهاز العصبي الذاتي من الناحية التركيبية والوظيفية الى قسمين (لاحظ الشكل ٨ ـ ٨) هما :

أ ـ الجهاز العصبي السمبتاوي (الودي) Sympathetic N. S.
وتتصل اليافه العصبية بالمنطقة الصدرية والمنطقة القطنية من النخاع الشوكي ·



الشكل ٨ — ٨

الجهاز العصبي السمبثاوي (اليمين) والجهاز العصبي البارسمبثاوي (اليسار)

[Herreid II, 1977, P.346]

ب ـ الجهـــاز العصبـــي البارسمبتـــاوي (الشبـــه ودى) Parasympathetic N. S. وتتصل الاعصاب بالجهاز العصبي المركزي بالدماغ ومنطقة العجز من النخاع الشوكي (لاحظ الشكل ٨ ـ ٨) ، وبوجه عام ، وكما نلاحظ من الشكل بان معظم الاعضاء الداخلية في الجسم تعصب من قبل أفرع من هذين الجهازين وهما يتعاكسان في تاثيرهما فحيث ينبه أحدهما نشاط عضو ما فان الاخر يعمل على تثبيطه ، بمعنى أن مفعول تنبيه الاعصاب السمبتاوية على الاعضاء المختلفة مضاد لتأثير الاعصاب البارسمبتاوية والعكس صحيح ، هذا ولا يوجد قاعدة عامة لتأثير كل من هذين الجهازين فبعض الاعضاء تنشط بوصول سيالات عصبية من أحد هذين الجهازين بينما تثبط اعضاء أخرى بوصول سيالة عصبية من نفس هذا الجهاز ٠

الفصل التاسع

جهاز الغدد الصماء Endocrne Glands System

تقع بيولوجية الانسان تحت تأثير عدد كبير من العوامل تسيطر على مختلف النواحي الفسيولوجية وتتحكم في مسيرتها التطورية ٠ وفعالية هذه العوامل تبدو اكثر وضوحا عند اجتماعها معا وتراكمها في التأثير ، ففي جسم الانسان تجري عمليات حيوية وفسيولوجية مختلفة ترتبط بعضها ببعض ارتباطا محكما كوحدة واحدة ، الا أن نشاط الجسم وفعاليته خاضع بشكل رئيسي لجهازين هما :

١ ـ الجهاز العصبي ٠

٢ ـ وجهاز الغدد الصماء ٠

والغدد الصماء لا تعمل الغدة مستقلة عن الاخرى بل تعمل معا في جهاز كبقية اجهزة الجسم ومن هنا يطلق عليها جهاز الغدد الصماء ، فمثلا سنجد فيما بعد ، أن الغدة النخامية تفرز عددا كبيرا من الهرمونات تعمل على تنبيه وتنشيط افراز بقية الغدد والتي بدورها تنظم بافرازاتها الهرمونية عمل الغدة النخامية وهكذا ، والاختلاف بين الجهازين السابقين يرجع الى سرعة تأثير كل منهما ، فبينما نجد الجهاز العصبي يعمل على تنظيم الاستجابات العصبية للمؤثرات التي تصل الجسم عن طريق اعضاء الاستقبال المختلفة بسرعة فائقة فيتأقلم ويتكيف تبعا لذلك ، نجد أن تأثير جهاز الغدد الصماء يكون أبطأ بكثير من ذلك ، الا أن تأثيره يستمر لفترة اطول من تأثير الجهاز العصبي ٠

الغدد الصماء عبارة عن اجسام غدية عديمة القنوات تفرز موادا كيماوية خاصة مباشرة في الدم تعرف بالهرمونات Hormones تؤثر على الانسجة واعضاء الجسم المختلفة حسب طبيعة الافراز ، وتفرز الهرمونات عادة بكميات ضئيلة جدا لكنها كافية لاحداث التأثير المطلوب في جسم الانسان ٠

وبالرغم أنه يصعب أن ننسب الهرمونات الى تصنيف ما من المركبات الكيماوية الا أنها تعتبر موادا عضوية بعضها يتألف من البروتين المعقد والبعض الاخر من المركبات البسيطة كالأحماض الامينية أو الستيرويدات Steroids • ترتبط الهرمونات بكافة التنظيمات الحيوية والتمثيل الغذائي وتمثيل الاملاح والماء وتنشيط الجنس ونمو الانسان ، لهذا فهي تسيطر سيطرة حقيقية على جميع الوظائف البيولوجية والفسيولوجية في الجسم ، وعليه اذا حدث أي خلل أو تلف في افراز أحد هذه الهرمونات ولو بكميات قليلة فانه يؤدي الى نتائج غير مرغوبة للانسان •

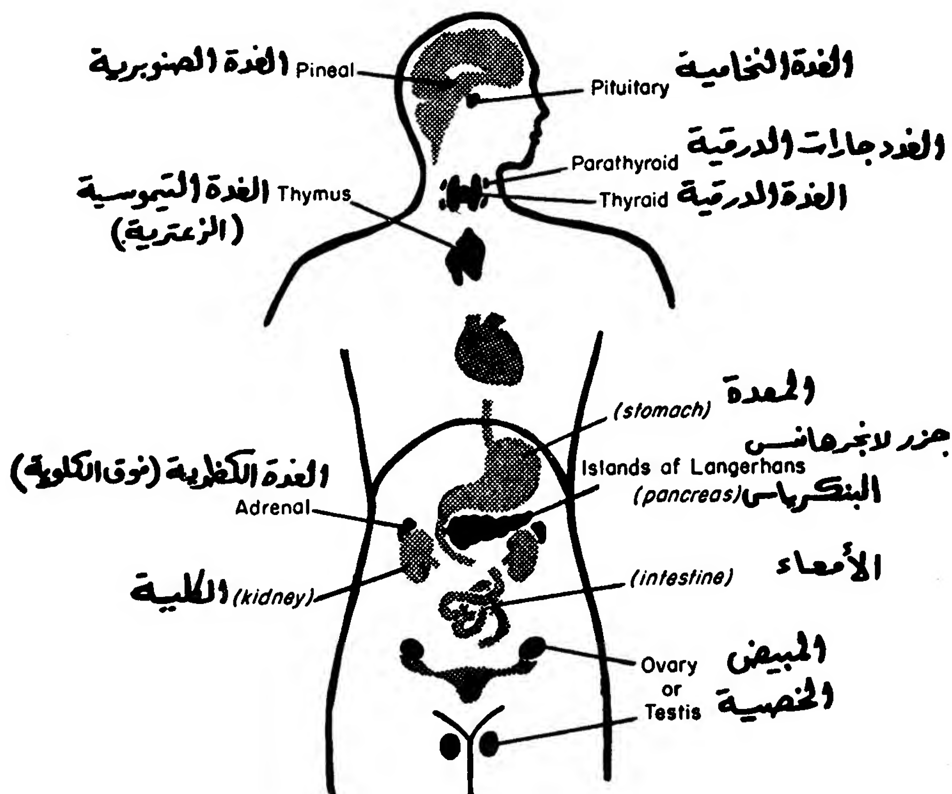
يوجد في جسم الانسان ثلاثة أنواع من الغدد هي :

١ ـ الغدد ذات الافراز الخارجي Exocrine Glands وتحتوي هذه الغدد على قنوات خاصة بها تصب بواسطتها الافرازات اما داخل الجسم كما هو الحال في الغدد اللعابية والغدة أو الحوصلة الصفراوية ، أو تصب افرازاتها خارج الجسم كما في الغدد الدمعية والغدد العرقية التي تصب افرازاتها على سطح الجلد الخارجي ، ويكون مكان الاستفادة من هذه الافرازات محددا ومحصورا في منطقة معينة •

٢ ـ الغدد الصماء Ductless Glands أو ذات الافراز الداخلي Endocrine Glands تمتاز هذه الغدد بأن ليس لها قنوات خاصة بها ، بل تصب افرازاتها مباشرة في الدورة الدموية ، ولهذا يكون تأثيرها غير محدد بمنطقة معينة بل شاملا لمعظم مناطق الجسم •

٣ ـ الغدد المشتركة أو المختلطة Mixed Glands تجمع هذه الغدد بين النوعين السابقين ، وعليه فان لها قنوات خاصة بها وبنفس الوقت لها القدرة أن تصب افرازاتها في الدم مباشرة كما في غدة البنكرياس والغدد الجنسية •

للغدد الصماء وافرازاتها الهرمونية ـ على الرغم من قلتها ـ تأثير كبير على نمو الانسان وتفكيره وسلوكه ونموه العاطفي ، واتزان وضعه الداخلي والنضج الجنسي • الشكل ٩ ـ ١ يبين توزيع الغدد الصماء وملحقاتها في جسم الانسان وهي كما يلي :



الشكل ٩ - ١

توزيع الغدد الصمّاء [Brooks, 1975, P.370]

١ ـ الغدة النخامية Pituitary Gland (Hypophysis)

٢ ـ الغدة الدرقية Thyroid Gland

٣ ـ الغدد جارات الدرقية Parathyroid Glands

٤ـ غدة البنكرياس Pancreas Gland

٥ ـ الغدد الكظرية (فوق الكلوية) Adrenal (Suprarenal) Glands

٦ ـ الغدد الجنسية	Gonads
٧ ـ الغدة التيموسية (الزعترية)	Thymus Gland
٨ ـ الغدة الصنوبرية	Pineal Gland
٩ ـ هرمونات القناة الهضمية	Gastrointestinal Hormones
١٠ـ هرمونات المشيمة	Placental Hormones

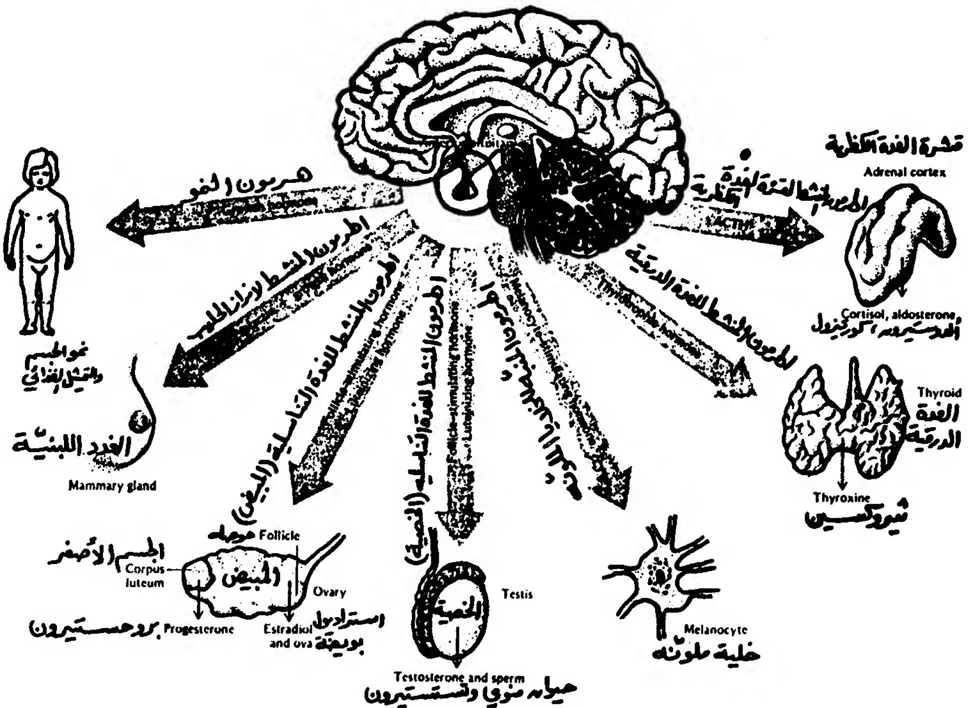
اولا : الغدة النخامية : Pituitary Gland

وهي غدة صغيرة الحجم توجد أسفل الدماغ (لاحظ الشكل ٩ ـ ٢) وتعتبر أهم غدة في الجسم لأنها تسيطر على الغدد الصماء الأخرى وتنظم افرازاتها ولذلك يطلق عليها احيانا بأنها «سيدة الغدد» ٠ وتتألف الغدة من ثلاثة اجزاء أو فصوص وهي :

١ ـ الفص الامامي Anterior Lobe or Pituitary ويشكل الجزء الاكبر والهام من الغدة النخامية ، وتفرز هرمونات عديدة لها اهمية كبيرة في نمو الجسم وتنظيمه ونشاطه الجنسي ٠ وهذه الهرمونات (لاحظ الشكل ٩ ـ ٢) هي :

أ ـ هرمون النمو Growth H. وهو هرمون بروتيني يعمل على تنشيط نمو العضلات والعظام ولهذا يسمى بالهرمون المنشط للجسم ، وهو يرتبط أيضا بالتمثيل الغذائي العام للجسم وبالتالي تنشيط انقسام الخلايا ونمو الجسم وبنائه ٠ وعليه فان نقص هذا الهرمون في سن مبكر يسبب ما يعرف بالأقزمة (القزامة) Dwarfism ، وعلى العكس اذا أفرز هذا الهرمون بكميات كبيرة خلال مرحلة الصبا فانه يؤدي الى العملقة Gigantism (لاحظ الشكل ٩ ـ ٣) ٠

ب ـ الهرمون المنشط لافراز الحليب (البرولاكتين) Lactogenic H. وينشط الغدد اللبنية في الاثداء على افراز الحليب لتغذية الطفل ، كما أن له علاقة مباشرة في اظهار غريزة الأمومة عند الأم ٠



الشكل ٩ - ٢
هرمونات الغدة النخامية [Sherman, 1979, P.320]

ج - الهرمونات المنشطة للغدد التناسلية Gonadotrophic H.
وهي هرمونات ذات تأثير كبير على اعمال وفعالية الهرمونات التناسلية المفرزة وهي :

١ - الهرمون المنشط للحوصلة F.S.H. وينشط عملية نمو حويصلة جراف في مبيض الانثى ، كما يعمل على تنشيط عملية تكوين الحيوانات المنوية في الذكر ·

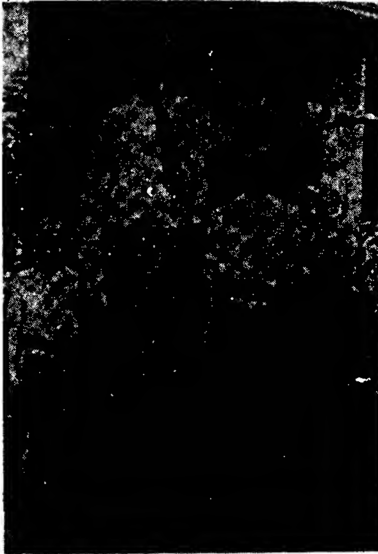
٢ - الهرمون المنشط للجسم الأصفر L.H. يتمم هذا الهرمون نضوج البويضة ومن ثم انفجار حوصلة جراف وخروج البويضة ، كما ينشط نمو الجسم الاصفر ليمنع افراز بويضات أخرى ، أما في الذكر

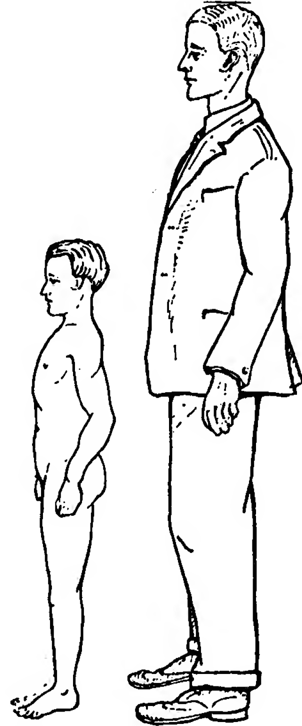
فيؤثر على النسيج البيني في الخصية وينبه افراز هرمون التستستيرون المسؤول عن اظهار الصفات الجنسية الثانوية الذكرية ٠

د ـ الهرمون المنبه للخلايا الملونة

Melanocyte-Stimulating H. (M.S.H.)

يعمل على تنشيط الخلايا الملونة في الجلد وبالتالي تعمل على صبغ الجلد بالكمية المناسبة وحسب الظروف البيئية التي يعيش فيها الكائن الحي ٠





ب. العملقة   أ. الأقزمة (القزامة) الشكل ٩-٢

أ ـ الأقزمة ـ نقص في افرازات الغدة الدرقية ، والقزم عمره ٢١ سنة لكنه يبدو كولد عمره ١٢ سنة ، والرجل (اليمين) طوله عادي ٠

ب ـ العملقة ـ الولد في الوسط عمره ١٣ سنة وطوله ٢٢٠سم وهو يرى مع أبيه (اليمين) وأخيه (اليسار) الذي يبدو طوله عاديا
Brooks, 1975, p. 371

هـ ـ الهرمون المنشط للغدة الدرقية (.Thyrotropic S. H. (T.S.H
يعمل على تنشيط وتنظيم افرازات الغدة الدرقية ·

و ـ الهرمون المنشط لقشرة الغدة الكظرية
Adrenocorticotrophic H. (ACTH))
هرمون بروتيني يعمل على تنظيم نمو وافرازات قشرة الغدد الكظرية (فوق الكلوية) ·

٢ ـ الفص المتوسط Intermediate Lobe كشف في هذا الجزء من الغدة النخامية عن وجود هرمون يؤثر في الخلايا الصبغية في كثير من الحيوانات الفقارية يعرف باسم الهرمون المنبه للخلايا الصبغية السوداء .M.S.H الذي سبق أن ذكرناه في افرازات الفص الامامي للغدة النخامية، ان كثافة انتشار الصبغيات هذه في خلايا وانسجة الجسم تسبب تغيرا في ألوان الحيوانات الفقارية مما يساعدها في الاختفاء أو الهروب من وجه الاعداء · أما في الانسان فلا يعرف بالتأكيد وجود هذا الهرمون أو مدى تأثيره على انتشار صبغة الميلانين في بشرة الجلد ·

٣ ـ الفص الخلفي Posterior Lobe يفرز هرمونات لها تأثير على اعمال كثير من الاعضاء والاجهزة ذات الاهمية الكبيرة في حياة الانسان كالقلب والاوعية الدموية والتنفس والكليتين ، ويعرف من هذه الهرمونات هرمونان على الاقل هما :

أ ـ الهرمـــون القابضـ للاوعيـــة الدمويـــة (الفاسوبـريسين) Vasopressin H. يؤثر هذا الهرمون على القلب والاوعية الدموية ويسبب ارتفاع ضغط الدم ، لذا يستخدم هذا الهرمون لرفع ضغط الدم خاصة اثناء بعض العمليات الجراحية التي فيها يهبط ضغط دم المريض · والجدير بالذكر أن هذا الهرمون يطلق عليه هرمون المانع لادرار البول Antidiuritic H. (ADH) فهو ينظم افراز البول ويعمل على

اعادة امتصاص الماء · ولهذا فان نقص افرازه يسبب ازديادا كبيرا في ادرار البول الذي يصحبه عطش كبير لتعويض ما فقد من الماء وهذا يعرف بمرض السكري الكاذب ·

ب ـ هرمون الاوكسيتوسين .Oxytocin H وله علاقة مباشرة في عملية تنظيم تقلصات الرحم اذ يوقفها اثناء الحمل ويزيدها بشدة عند الولادة من أجل اخراج الجنين ، ولهذا غالبا ما يستخدمه الاطباء للاسراع في عمليات الولادة · كما أن لهذا الهرمون أثرا مشجعا في اندفاع أو نزول الحليب من الغدد اللبنية استجابة لعملية الرضاعة حيث يؤثر على العضلات الملساء لحلمات الاثداء · والجدير بالذكر أن هذين الهرمونين يتم تكوينهما في بعض الخلايـــا في انسجـــة خاصة مـــن المـخ تسمى بالهيبوتلامس Hypothalamus بعدها تنتقل الهرمونات خلال محاور عصبية ليتم تخزينها في انسجة الفص الخلفي للغدة النخامية ·

ثانيا : الغدة الدرقية : Thyroid Gland

تتكون الغدة الدرقية من فصين يوجدان على جانبي القصبة الهوائية في منطقة العنق يربطهما غشاء رقيق ، وتعتبر الغدة هذه من أكبر الغدد الصماء حجما اذ يصل وزنها حوالي ٢٨ غم في الانسان البالغ · للغدة الدرقية القدرة على سحب عنصر اليود من الدم وتخزينه فيها لتكوين الهرمونات ، لقد ذكر أن ٢٥٪ من يود الجسم موجود في الغدة الدرقية حيث ان اليود يرتبط الى درجة كبيرة في مكونات هرمونات الغدة · ومن أهم الهرمونات التي تفرزها هي :

أ ـ هرمون الثيروكسين Thyroxin H.

ب ـ هرمون ثلاثي يود الثايرونين Triiodothyronine H.

ج ـ هرمون ثنائي الثايرونين Diiodothyronine H.

وترجع أهمية هذه الهرمونات لما يلي :

١ ـ تسرع من معدل التنفس الخلوي (اكسدة الغذاء) وبالتالي تزيد من سرعة التمثيل الغذائي في الجسم ، ولهذا يزداد استهلاك الجسم للاكسجين ويزداد انطلاق الطاقة الحرارية من الجسم ·

٢ ــ تعمل بالتعاون مع هرمونات أخرى ، على تنظيم نمو ونضج الجسم ، وهذا يشمل نمو ونضوج العظام والاسنان والنضوج الجنسي والانشطة العقلية · فلقد ذكر أن الغدة الدرقية تفرز هرمونا Calcitonin يمنع انطلاق الكالسيوم مـن العظام وبالتالي يعمـل على خفض نسبة الكالسيوم في الدم ·

ويتوقف نشاط الغدة الدرقية على عدة عوامل منها :

أ ــ كمية اليود بالدم ومدى توارد الدم الى الغدة الدرقية ·

ب ــ الغذاء : الاغذية الفقيرة في مركبات اليود والبروتينات تقلل من نشاط الغدة والعكس صحيح ·

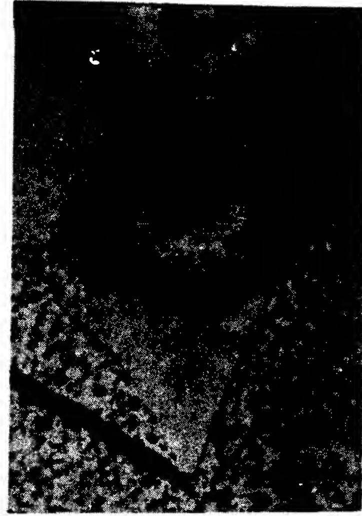
ج ــ التحكم الهرموني للغدة النخامية ومنها الهرمون المنشط للغدة الدرقية ·

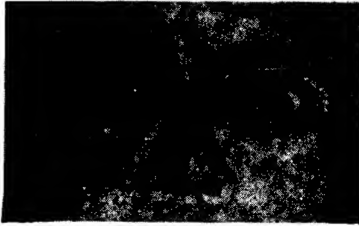
د ــ درجة الحرارة : الجو البارد ينشط الغدة ولعل هذا له علاقة بالطاقــة الحرارية التي تشع نتيجة اكسدة الغــذاء وتستخدم لتدفئـة الجسم ·

ان نشاط الغدة الدرقية بشكل غير طبيعي يسبب آثارا غير مرضية في جسم الانسان ، منها تضخم الغدة الدرقية نفسها ، وهو نوعان (الشكل ٩ ــ ٤) :

١ ــ تضخم محلي أو بسيط Simple Goiter وينتج عن نقص وجود اليود في الغذاء والماء والهواء خاصة عند السكان الذين يسكنون في مناطق بعيدة عن الشواطيء البحرية ، وعلاج ذلك يكون بضمان توفر اليود في الغذاء وتناول الاطعمة البحرية الطازجة والمعلبة الغنية باليود ·

٢ ــ تضخـم جحوظي Exophthalmic Goiter وينتج عـن افراط في افراز هرمونات الغدة الدرقية بشكل غير طبيعي مما يسبب تضخما ملحوظا للغدة الدرقية وينتفخ الجزء الامامي من الرقبة تبعا لذلك · كما يترتب على ذلك زيادة تأكسد الغذاء وعملية التحول الغذائي ويؤدي





" أ "　　　" ب "

الشــكل ٩ – ٤

أ. منظر أمامي لتضخم الغدة الدرقية　　　ب. حالة تضخم جوظي للغدة الدرقية

[Sherman , 1979, pp. 325,327]





" أ "　　　" ب "

الشــكل ٩ – ٥

أ. حالة "القماءة" للغدة الدرقية　　　ب- ميكســوديما "الغدة الدرقية"

[Sherman , 1979, P. 326]

الى نقص في وزن الجسم ، كما تزداد دقات القلب ويرتفع ضغط الدم ويزداد التهيج العصبي ، وقد يكون التضخم مصحوبا بجحوظ في العينين ومن هنا جاءت التسمية ، أما علاجة فقد يلجأ بعض الاطباء ببتر جزء من الغدة الدرقية أو يعالجون الحالة بمركبات طبية أخرى ٠

أما نقص افراز الغدة الدرقية Hypothyroidism فيؤدي الى ظهور حالتين أو مرضين في الانسان (الشكل ٩ ـ ٥) هما :

١ ـ نقص افرازات الغدة في مرحلة الطفولة يؤثر على نمو الجسم والنضوج العقلي ويسبب مرض القصر أو ما يعرف بالقماءة Cretinism فيبدو الجسم قصيرا والرأس متسعا والرقبة قصيرة كما أن نقص الهرمون يؤثر على تطور خلايا الجسم خاصة خلايا الدماغ وبالتالي تؤثر على النضوج العقلي للطفل وقد تسبب له تخلفا عقليا دائما وتأخرا في النضوج الجنسي٠

٢ ـ نقص افرازات الغدة في الاشخاص البالغين تسبب مرض الميكسيديما Myxedema ويصاب الشخص بجفاف في جلده وقلة الشعر ونقص في النشاط العقلي والجسمي ، كما يؤدي الى زيادة في وزن الجسم لدرجة السمنة المفرطة وهبوط في مستوى التمثيل الغذائي فلا يتحمل البرودة كما يتعب الشخص المصاب بسرعة خاصة وأن دقات القلب تتقاعس وتتباطأ ويقل ضغط الدم ٠ ويعالج المرضين بهرمونات الغدة الدرقية أو مستخلصاتها ولا بد دائما من استشارة الطبيب المختص ٠

ثالثا : الغدد جارات الدرقية : Parathyroid Glands

وهي أربع غدد صغيرة الحجم (لاحظ الشكل ٩ ـ ١) تقع داخل أو على جانبي الغدة الدرقية ، وأهم الهرمونات التي تفرزها هي :

أ ـ هرمون جارات الدرقية .Parathyroid H وهو هرمون بروتيني مسؤول عن تنظيم أو ثبات نسبة الكالسيوم والفسفور في الدم وذلك عن طريق تنظيم عملية التمثيل الغذائي لعنصري الكالسيوم والفسفور في الجسم ، وعليه فان أية زيادة في هذه العناصر الغذائية يؤدي الى ترسيبها

واندماجها مع العظام أو تفرز عن طريق الجهاز البولي اذ أن الكليتين تتخلص من هذه المواد والتي تزيد عن نسبة معينة في الجسم ٠

ان زيادة أو نقصان افراز هذا الهرمون تسبب حالات غير مرضية في الجسم ، وعليه فان زيادة افرازه يعني زيادة في تركيز الكالسيوم في الدم وبالتالي يتخلص الجسم من الكمية الزائدة عن طريق الكليتين لكن هذه الزيادة تكون على حساب كالسيوم العظام لا الغذاء مما يسبب ليونتها وتعرضها للكسر بسهولة ٠ أما نقصان افراز الهرمون فيسبب نقصا في تركيز الكالسيوم في الدم وبالتالي يؤدي الى تأثيرات عصبية وعضلية وكيمائية ، حيث يؤدي ذلك الى تشنج الاعصاب ويصبح الشخص متوتر الاعصاب وسريع الاندفاعات العاطفية وتنقبض العضلات انقباضات متتالية٠

واذا اعتبرنا هرمون Calcitonin وعمله ، وهرمون Parathyroid فاننا نجد أن الهرمونين يشكلان آلية٠ دقيقة لتنظيم نسبة الكالسيوم في الدم (١٠ ملغم/سم٣ دم) وأن انتاجها يرتبط ارتباطا وثيقا بكمية الكالسيوم في الدم وتاثير أحدهما مضاد للاخر فبينما نجد الأول يعمل على منع انطلاق الكالسيوم من العظام نجد الثاني يساعد على انطلاق الكالسيوم من العظام ، وكل هذا وذاك للمحافظة على نسبة متزنة من الكالسيوم في بلازما الدم ٠

رابعا : غدة البنكرياس : Pancreas Gland

بالرغم أن البنكرياس يعتبر من الغدد الملحقة للقناة الهضمية الا أنه يعتبر أيضا من الغدد المشتركة التي تجمع بين الغدد ذات الافراز الخارجي والغدد الصماء ، فهو يقوم بصب انزيماته الهاضمة في الاثنى عشر (الفصل الثاني عشر) عن طريق قناة خاصة به ، كما يقوم بعمل الغدة الصماء من حيث أنه يفرز هرمونات خاصة به في الدم مباشرة وذلك من خلايا غدية صغيرة متخصصة تعرف بجزر لانجرهانس Islands of Langerhans ٠

تفرز هذه الغدة هرمونين لهما علاقة مباشرة باستخدام السكر في الجسم وبالتالي المحافظة على مستوى ثابت من السكر في الدم Blood Sugar Level والتي تبلغ حوالي ١٨٠ ملغم سكر/١٠٠ سم٣ دم ، والهرمونين هما :

أ ـ هرمون الانسولين .Insulin H وهو هرمون بروتيني يعمل على خفض تركيز سكر الجلوكوز بالدم وذلك عن طريقين :

١ ـ الحض على اكسدة الجلوكوز في خلايا وانسجة الجسم ، حيث وجد أن الانسولين ضروري لمرور السكريات الاحادية (ما عدا الفركتوز) من خلال جدار الخلية الى داخلها حتى يمكن استخدامه ٠

٢ ـ التحكم بالعلاقة بين الجلايكوجين المخزن والجلوكوز المنفرد في الدم ، فهو يشجع تحول الجلوكوز الى جلايكوجين أو الى مواد دهنية تخزن في الكبد والعضلات أو انسجة الجسم الاخرى ٠

ب ـ هرمون الجلوكاجون Glucagon وهو هرمون بروتيني ايضا يعمل تماما عكس هرمون الانسولين وذلك برفع تركيز الجلوكوز بالدم ، ويكون ذلك عن طريق تحويل الجلايكوجين المخزن بالكبد فقط الى جلوكوز ٠ وبناء على ما سبق ، فانه اذا ما عجز البنكرياس عن افراز هرموناته فان ذلك يؤدي الى زيادة ملحوظة في نسبة السكر في الدم Hyperglycemia والذي لا يلبث أن يفرز مع البول عن طريق الكليتين ويسبب ما يعرف بمرض السكري Diabetes Mellitus والذي من اعراضه ، بالاضافة الى وجود السكر في البول ، زيادة كمية البول زيادة ملحوظة مما يسبب فقدان كمية كبيرة من الماء والسكر ، ولهذا يشعر الشخص المصاب بالعطش والجوع كما ينقص وزن الجسم تدريجيا لسرعة نفاذ الجلايكوجين المدخر في الكبد والعضلات ٠ ويعالج مرض السكري عادة باعطاء المريض هرمون الانسولين والذي يصنع من مستخلصات البنكرياس أو البكتيريا (الفصل الثاني) بشكل تجاري مما يوفر العناء على ملايين الاشخاص المصابة بهذا المرض ٠

خامسا : الغدد الكظرية (فوق الكلوية) :
Adrenal (Suprarenal) Glands

وهما غدتان متناظرتان تقع كل غدة فوق كلية واحدة ، وتنقسم كل غدة الى نسيجين : نسيج خارجي ويدعى القشرة Cortex ، ونسيج داخلي مركزي وهو النخاع Medulla · وتفرز الغدد عددا كبيرا من الهرمونات قد تصل الى ثلاثين هرمونا مما يؤدي ازالة هذه الغدد الى الموت ، والهرمونات التي تفرزها القشرة تختلف عن نظيرتها التي تفرزها النخاع وهي كما يلي :

١ ـ هرمونات القشرة Corticosteroid Hormones تفرز القشرة هرمونات عديدة تعتبر ضرورية للحياة ، تصنف حسب وظيفتها الى ثلاث مجموعات هي :

أ ـ مجموعة Glucocorticoids مثل كورتيزول Cortisol وكورتيكوستيرون Corticosterone ولهما علاقة قوية بعملية التمثيل الغذائي وضد الالتهابات ، وهما يعملان على تحول المواد غير السكرية كالاحماض الامينية والدهون الى جلوكوز ، وهذه الخطوة ضرورية للحياة حيث أن معظم طاقة الجسم تكون مخزنة على شكل دهون واحماض أمينية والتي لا بد من تحولها الى سكر لاستخلاص الطاقة منها ، كما تستخدم الهرمونات Cortisol, Corticosterone, Cortisone في حالات الالتهاب لازالة الشعور بالالم كما في حالات الروماتيزم Arthritis والحساسية Allergies ، الا انه يجب استخدامها بعناية كبيرة مع استشارة الطبيب المختص لان الخطأ في استعمالها قد يقلل من مقاومة الجسم لحالات العدوى ·

ب ـ مجموعة Mineralocorticoids مثل الدوستيرون Aldosterone وديوكسي كورتيكوستيرون Deoxycorticosterone التي تعمل على توازن وتنظيم عمليات التمثيل الغذائي للاملاح والماء ، كما تنظم كمياتها التي تخرج مع البول ، فهي تشجع على سبيل المثال ، اعادة امتصاص املاح الصوديوم والكلور بينما تشجع التخلص من املاح

البوتاسيوم في الكليتين وربما يرجع ذلك لان الصوديوم يوجد بقلة في الغذاء بينما يتوفر البوتاسيوم بكثرة نسبيا ، وهكذا تعمل هذه الهرمونات على توازن الاملاح المعدنية في الدم ٠

جـ ـ مجموعة الهرمونات الجنسية Sex Hormones أو مجموعة الستيرويدات Steroids وتشمل الهرمونات الذكرية والانثوية ٠ فالهرمونات تستستيرون Testosterone ، استروجين Astrogen ، بروجستيرون Progesterone ، على الرغم أنها تفرز وتنتج من الغدد الجنسية الا أنه وجد أن قشرة الغدة الكظرية لها دور في افراز هرمونات لها نشاط مشابه للهرمونات الجنسية المذكورة ، ولهذا اذا حدث اختلال بين توازن هذه الهرمونات والهرمونات الجنسية المفرزة من الغدد المختصة فان ذلك يؤدي الى ظهور صفات وعوارض الرجولة في النساء كخشونة الصوت وزيادة قوة العضلات ونمو الشعر في الوجه ، وفي الذكور تؤدي الى ظهور علامات الانوثة كندرة الشعر ونعومة الصوت وكبر الاثداء وقد يؤدي ذلك الى ضمور الخصيتين خاصة اذا حدثت تورمات في قشرة الغدد ٠

٢ ـ هرمونات النخاع Medulla Hormones يفرز نخاع الغدة الكظرية هرمونين متشابهين في التركيب والتأثير هما :

أ ـ هرمون الادرينالين Adrenaline H. أو أبي نيفرين Epinephrine ٠

ب ـ هرمون نور أبي نيفرين norepinephrine ويمكن تلخيص أثرهما بما يلي :

١ ـ لهما دور هام في التمثيل الغذائي للمواد الكربوهيدراتية ، اذ يعملان على زيادة نسبة سكر الجلوكوز في الدم عن طريق الاسراع في تحويل جلايكوجين الكبد الى جلوكوز في الدم وتحويل جلايكوجين العضلات الى حامض لاكتيك في الدم ويرافق ذلك انتاج طاقة مباشرة بالعضلات ، والحامض يتحول في النهاية الى جلايكوجين في الكبد وهكذا ٠

٢ ـ تعمل على توسيع الاوعية الدموية في الجلد والعضلات وذلك لاتاحة الفرصة لتوصيل الدم الكافي لها ٠

٣ ـ انقباض الاوعية الدموية Vasoconstrictor مما يؤدي الى رفع ضغط الدم وزيادة سرعة دقات القلب لضخ كميات كبيرة من الدم الى العضلات ، يصاحب ذلك سرعة في التنفس لتزويد الدم بكمية كافية من الاكسجين وبالتالي تزويد العضلات بهذا الاكسجين ٠ والجدير بالذكر أن هذين الهرمونين يزداد افرازهما بكثرة في حالات الخوف والاضطرابات أو الانفعالات النفسية للانسان ، أو في حالة شعور الانسان أو الحيوان انه في حالة غضب أو شعور بالمشاجرة أو العدوانية أو الدفاع ٠٠٠ أو المفاجأة ، كل ذلك يؤدي الى انتاج طاقة كبيرة للتصرف ازاء حالات الطوارىء هذه مما يؤدي الانسان للقيام بعمل فوق طاقة الناس أحيانا ، ولذا يطلق على هذه الهرمونات «بهرمونات الطوارىء» ٠ كما يزداد افرازاتها أيضا عند نقص جلوكوز الدم أو التعرض للبرودة ٠ وهكذا نلاحظ أن عمل هذه الهرمونات معاكس لعمل هرمون الانسولين علما بأنهما ينبهان بعضهما البعض للافراز ٠

سادسا : الغدد التناسلية : Sex glands (Gonads)

بالاضافة الى وظيفة الغدد الجنسية (الخصى والمبايض) في انتاج الخلايا التناسلية وتشكيل الصفات التناسلية ، فانها تقوم بافراز هرمونات جنسية تؤدي الى التمايز الجنسي بين الذكر والانثى بعدد من الخصائص والصفات تسمى الصفات الجنسية الثانوية ، هذه الصفات تختص بالمظهر والسلوك والطباع والخصائص النفسية وغيرها ، والتي تتضح بشكل قوي للغاية في مرحلة البلوغ والنشاط الجنسي ومن بدء النضوج الجنسي حتى مرحلة الشيخوخة ٠

تتكون الهرمونات الجنسية في خلايا خاصة تعرف بالخلايا البينية Interstitial Cells في الخصى والمبايض وذلك نتيجة لتأثير

الهرمونات المنبهة للغـدد الجنسية التي يفرزهـا الفص الامامي للغـدة النخامية · وهذه الهرمونات هي :

١ ـ الهرمونات الذكرية وتسمى الاندروجينات Androgens وتفرز هذه الهرمونات من الخصى وأهمها :

أ ـ هرمون التستستيرون Testosterone H. وهو مسؤول عن اظهار الصفات الجنسية الثانوية الذكرية كخشونة الصوت وقوة العظام والعضلات ونمو الشعر في الوجه والذقن ، وكذلك نمو العضو الذكري وكيس الصفن والبروستاتا والحويصلات المنوية والبربخ ، ولهذا فان ازالة الخصيتين Gastration تؤدي الى اختفاء تدريجي في الصفات الجنسية الذكرية · هذا وقد أمكن تحضير هرمونات الخصية صناعيا وتستخدم في علاج بعض الاحوال المرضية خاصة المتعلقة بالحيوية والنشاط الجنسي·

٢ ـ الهرمونـات الانثويـة وتدعى بالاستروجينات Astrogens تفرز هذه الهرمونات من المبيض علاوة على انتاج البويضات ، وترجع أهميتها الى ابراز وتطوير نمو الصفات الجنسية الثانوية الانثوية كنمو الاثداء ونعومة الصوت وحدوث الحيض وتوزيع الشعر في الجسم وترسيب الدهن في أماكن معينة في الجسم ونمو الاعضاء الجنسية الانثوية ، ومن أهم هذه الهرمونات هي :

أ ـ مجموعة من الهرمونات الانثوية تعمل على تهيئة بطانة الرحم وزيادة سمكه كما تعمل على نمو الصفات المميزة للانثى ونمو الاعضاء التناسلية ومن هذه الهرمونات الاستراديول Estradiol والاسترون Estrone والاستريول Estriol ونقص افراز هذه الهرمونات يؤدي الى ضمور تدريجي في الاعضاء الجنسية والصفات الجنسية الثانويـة الانثوية ·

ب ـ الجسم الاصفر Corpus Luteum بعد انفجار حويصلة جراف وخروج البويضة يتكون الجسم الاصفر مكانها على سطح المبيض ، بالاضافة أنه يمنع تكوين بويضات جديدة ، فهو يقوم بافراز الهرمونات التالية :

١ ـ هرمون البروجسترون Progesterone H. ويعمل على تهيئة الرحم لاستقبال البويضة المخصبة وتطور الجنين كما يؤمن الظروف الطبيعية لاستمرار الحمل ٠

٢ ـ هرمـون ريلاكسين Relaxin H. ويعتقد أنه يمنـع انقباض عضلات الرحم اثناء الحمل ، كما يهيىء الفراغ الكافي لنمو الجنين واتساع عظام الحوض عند الولادة ، ويساعد أيضا في نمو الاثداء استعدادا لتكوين الحليب ٠

سابعا : الغدة الصنوبرية : Pineal gland

وهي غدة بيضاء صغيرة الحجم تزن ١ر٠ غم ، شكلها يشبه كوز الصنوبر وتبدو على هيئة نتوء في السطح العلوي للدماغ بين نصفي الكرة المخيين ، ويطلق عليها أحيانا اسم الجسم الصنوبري Pineal body تتصف هذه الغدة بكثرة الاوعية الدموية المتصلة بها مما يدل على قيامها بنشاط فسيولوجي كبير لم يعرف بشكل دقيق حتى الان ، الا أن بعض التقارير العلمية تشير أن استئصال هذه الغدة يؤدي الى تحول الحيوان الصغير الى حيوان بالغ ، وهذا دعا بعض العلماء للافتراض بأن لهذه الغدة علاقة بايقاف أو منع النضج الجنسي عند الحيوان ، كما يعتقد بعض العلماء أن جزءا معينا من هذه الغدة هو العين الثالثة في الحيوانات الفقارية القديمة تساعدها على الابصار ، هذا وقد أثبتت بعض التجارب العلمية الحديثة حساسية هذا الجزء للضوء ٠ أما بالنسبة للافرازات الهرمونية فلم يمكن عزل أي هرمون من هذه الغدة الا هرمونا واحدا يدعى هرمون الميلاتونين Melatonine وهو هرمون نشط في الحيوانات البرمائية وربما له علاقة باللون الخاص بها ٠

ثامنا : الغدة التيموسية : Thymus gland

غدة تقع في الصدر عند تفرع القصبة الهوائية الى شعبتين فوق القلب ، وتوجد الغدة في معظم الفقاريات عندما تكون صغيرة السن ثم لا تلبث أن تضمر تدريجيا بعد النضج الجنسي ٠ يعتقد أن هذه الغدة تفرز

هرمونات لها علاقة باكساب الجسم صفة المناعة لجميع الخلايا اللمفاوية في الجسم ، كما ذكر حديثا أن الغدة مصدر للخلايا اللمفاوية التي تسبح مع تيار الدم وتستقر في الطحال والعقد اللمفاوية وتصبح مسؤولة عن انتاج الاجسام المضادة الضرورية لمقاومة الامراض ٠

تاسعا : هرمونات القناة الهضمية : Gastrointestinal Hormones

على الرغم أن اعضاء القناة الهضمية ليست غددا صماء الا أنها تفرز هرمونات بصورة متسلسلة مرتبة بشكل متناسق ، وأهم هذه الهرمونات هـــي :

١ ـ هرمونات المعدة : يفرز الجزء السفلي للمعدة هرمونا واحدا هو :

أ ـ هرمون الجاسترين .Gastrin H وجد أن مرور الطعام الى المعدة ينشأ عنه افراز هذا الهرمون في دم الشخص الذي بدوره ينبه الغدد المعدية لافراز عصارتها المعدية خاصة حامض الهيدروكلوريك لهضم الغذاء ، كما ينبه هذا الهرمون عضلات المعدة للتحرك ، هذا ويلاحظ أن ميزة هذا الهرمون أنه يفرز من المعدة ليؤثر على المعدة نفسها لا على عضو آخر كبقية معظم الهرمونات الاخرى ، ويتوقف افرازه عندما يزداد تركيز حامض الهيدروكلوريك في المعدة عن حد معين ٠

٢ ـ هرمونات الاثني عشر : وجد أن ملامسة محتويات الكتلة الغذائية الاتية من المعدة وخاصة حامض الهيدروكلوريك والاحماض الدهنية لسطح الغشاء المخاطي المبطن للاثني عشر ينبه افرازا الهرمونات التالية :

أ ـ هرمون السكرتين .Secretin H ويفرز بتأثير حموضة الطعام ويستجيب له البنكرياس بافـراز عصارة بنكرياسية غزيـرة غنية في بايكربونات الصوديوم وفقيرة في الانزيمات ويرسلها الى الاثني عشر لمعادلة حموضة الكتلة الغذائية ٠

ب ـ هرمون البنكريوزايمين .Pancreozymin H ويفـرز بتنبيه من المواد الغذائية البروتينية الموجودة في الكتلة الغذائية ويسبب افراز عصارة بنكرياسية غنية في الانزيمات البنكرياسية الهاضمة ٠

جـ ـ هرمون الكولسيستوكينين .Cholecystokinin H يفـرز بتأثير المواد الدهنية الموجودة في الغذاء وتستجيب له الحوصلة المرارية لتصب محتوياتها في الاثنى عشر ٠

د ـ هرمـون الانتيروجاسترون .Enterogastrone H ويفـرز بتاثير المواد الدهنية في الطعام ويعمل على وقف حركة المعدة كما يوقف افرازاتها أيضا ٠

هـ ـ هرمون الديوكرينين .Duccrinin H ويفرز بتأثير حموضة الطعام وينبه جدران الاثني عشر نفسها لافراز انزيماته الهاضمة ٠

٣ ـ هرمونات الامعاء : تفرز بطانة جدران منطقة الصائم من الامعاء الدقيقة عدة هرمونات أهمها :

أ ـ هرمون الانتيروكرينين .Enterocrinin H ويفـرز بتأثير نواتج الهضم الجزئي للبروتينات (الببتونات) الموجودة في الغذاء والذي بدوره ينبه جدران الامعاء الدقيقة باكملها لصب افرازاتها الهاضمة من أجل اتمام عملية هضم الغذاء ٠

عاشرا : هرمونات المشيمة : Placental Hormones

المشيمة عبارة عن تركيب مؤقت تتكون في جدار الرحم للمرأة الحامل وعن طريقها يتم انتشار الغذاء والاكسجين من الام الى الجنين أو العكس ، وعلى الرغم أن المشيمة ليست غدة صماء الا أنها تفرز الهرمونات التالية :

أ ـ هرمون الاستروجين .Estrogen H تفرز المشيمة كميات كبيرة من الاستروجين تعمل على تعزيز واتمام عمل هرمونات الاستروجينات المفرزة من المبيض في الانثى ، كما تعمل أيضا على ايجاد توازن مع هرمون البروجستيرون ٠

ب ـ هرمون البروجستيرون .Progesterone H يعمل على تعزيز واتمام عمل هرمون البروجستيرون المفرز من المبيض وذلك لاحكام استمرار عملية الحمل ·

جـ ـ الهرمونـات الكورونيـة .Chorionic gonodotropin H وتعمل على تنشيط الجسم الاصفر للاستمرار في افراز هرمون البروجستيرون الذي بدوره يمنع افراز الهرمون المنشط للحوصلة FSH وبالتالي عدم نضوج حويصلة جراف جديدة طيلة فترة الحمل ·

الفصل العاشر

الجهاز الدوري Circulatory System

الجهاز الدوري أو الجهاز الدموي في الانسان من النوع المغلق Closed Circulatory System أي أن الدم يسير في أوعية دموية خاصة به ، وذلك عكس كثير من الحيوانات الاخرى التي تملك جهازا دمويا مفتوحا ، بمعنى أن الدم يسير في جزء من دورته داخل أوعية دموية ولكن هذه الاوعية مفتوحة يسيل منها الدم الى تجاويف الجسم كما في الحيوانات المفصلية الارجل كالحشرات وغيرها · يتركب الجهاز الدوري في الانسان من الاجزاء التالية :

أولا : الـــــدم : The Blood

الدم سائل لزج أحمر اللون يملأ القلب والاوعية الدموية المتصلة به ، وتبلغ كمية الدم في الجسم بمعدل ٧٠ مللتر/كغم وزن أو $\frac{١}{١٣}$ من وزن الجسم تقريبا ، فالشخص الذي يزن ٧٠ كغم مثلا يحتوي جسمه على حوالي ٥ لترات دم ، وهذا معدل طبيعي لحجم الدم في الجسم · وكمية الدم الموجودة في الجهاز الدوري نفسه تبلغ حوالي $\frac{٢}{٣}$ الكمية الكلية الموجودة في الجسم كله ، بينما الثلث الباقي يخزن في الكبد والطحال ومناطق أخرى في الجسم · للدم درجة حموضة PH حوالي ٧ر٤ ولزوجة تبلغ خمسة اضعاف لزوجة الماء ، وهو يعتبر نسيجا وعائيا أو نسيجا ضاما حيث تشكل العناصر الخلوية حوالي ٤٥٪ من حجم الدم بينما البلازما تشكل حوالي ٥٥٪ من حجم الدم · ويقوم الدم بامداد جميع خلايا وأنسجة الجسم المختلفة بالاكسجين والغذاء ونقصهما عن الخلايا يسبب تلفها ، ويندفع الدم عادة الى جميع اعضاء الجسم بواسطة عضلة القلب ·

يتركب الدم من المكونات التالية :

١ ـ البلازمـــا : Plasma

سائل مائي القوام لونه اصفر باهت تسبح فيه مكونات الدم الاخرى ، وهو يشكل ٥٥٪ من حجم الدم ، هذا ويمكن الحصول على البلازما بفعل عملية الطرد المركزي لكمية أو عينة من الدم أوقف تخثرها بواسطة مادة عديمة التسكر تسمى الهبارين Heparin والتركيب الكيماوي للبلازما كما يلي :

أ ـ الماء : يشكل الماء الجزء الاكبر من بلازما الدم وتبلغ حوالي ٩٠٪ ، وهذا شيء مهم اذا ما علمنا أن الماء مذيب جيد لكثير من المواد والجزيئات الاخرى وبالتالي تجعله وسطا فعالا لنقل جزيئات المواد الغذائية المذابة وغيرها ٠

ب ـ البروتينات : تشكل البروتينات حوالي ٦ ـ ٨٪ من كتلة الدم ، وهي تقع في ثلاث مجموعات رئيسية هي : ألبيومين Albumin ، جلوبيولين Globulin ، وفيبرونيوجن Fibrinogen وله علاقة بتخثر الدم ، وتعطي هذه البروتينات قوة اسموزية معينة للدم ، وقد تمد الانسجة المختلفة باحتياجاتها البروتينية خاصة عند تعرض الجسم لنقص مستمر في أحد البروتينات ذات القيمة الحيوية العالية ، كما تساهم (بروتينات الدم) أيضا في تحديد لزوجة الدم حتى يحفظ ضغطه في حالة طبيعية ، ونظرا لأن لها القدرة على الاتحاد بالقواعد والاحماض على السواء فانها تعمل على تعديل تركيز أيون الهيدروجين(PH) في الدم ، كما ترتبط بروتينات بلازما الدم ببعض الهرمونات اثناء سريانها في الدم فتمنع فاعلية هذه الهرمونات حتى تصل النسيج أو العضو موضع التاثير حيث ينفصل الهرمون عن البروتين المرتبط به ٠

جـ ـ مواد كيماوية أخرى بنسب مختلفة مثل الجلوكوز ، الدهون ، املاح غير عضوية ، ومـــواد نيتروجينية كاليوريا ، ومركبات حيويـــة كالفيتامينات والانزيمات والهرمونات ، واجسام مضادة وغازات ، وتشكل هذه المواد حوالي ٣٪ من كتلة البلازما ٠

٢ ـ كرات (خلايا) الدم الحمراء :
Red Blood Cells (RBC)-Erythrocytes

خلايا مستديرة مقعرة السطحين عديمة النواة (لاحظ الشكل ١٠ـ١) في الثديات ماعدا الجمال وليس لها القدرة على الانقسام .

تتكون اثناء الحياة الجنينية في الطحال والكبد والعقد اللمفاوية ، وبعد الولادة تتكون في نخاع العظم ، يبلغ حجمها حوالي ٧٫٥ ميكرون ، وتتصف خلايا الدم الحمراء بالمرونة لذا يسهل ضغطها مما يساعد في مرورها في الشعيرات الدموية التي قطرها أقل من قطر خلايا الدم الحمراء ولو أن ذلك يسبب تمزقها ولذا نجد أنها تتحطم بنسبة هائلة جدا تصل عشرة ملايين خلية في الثانية الواحدة ، ولهذا لا بد أن تتكون في نفس المعدل في نخاع العظم المسطح كالفقرات والقص والضلوع لتعويض فقدها المستمر ، وهي تعيش بالمعدل حوالي ١٢٠ يوما . أما عددها فيختلف ويتوقف على عوامل عدة منها العمر والجنس والحالة الصحية والغذائية ، والمكان الذي يعيش فيه الانسان بالنسبة لارتفاعه أو انخفاضه عن سطح البحر ، وفي المعدل تصل في الرجل حوالي ٥٫٤ مليون خلية وفي المرأة ٤٫٨ مليون خلية لكل مليمتر مكعب واحد من الدم .

تحتوي كرات الدم الحمراء على مـادة بروتينية هامة جـدا تسمى الهيموجلوبين Hemoglobin يدخل في تركيبها الحديد ولها القدرة على الارتباط بالاكسجين عند السطوح التنفسية للانسان لكنه يتخلى عنه حول خلايا أنسجة الجسم حيث تحتاجه الخلايا اكثر ، والجدير بالذكر أن الانسان البالغ (وزن ٦٠ كغم) يحوي جسمه ما يقارب من ٣ ـ ٤ غرامات حديد منها ٦٥٪ في الدم موجودة في الهيموجلوبين ، والحديد المتكون نتيجة تحطم كرات الدم الحمراء يحتفظ به الجسم في الكبد أو الطحال ليعاد استخدامه مرة أخرى ، أما بقية الهيموجلوبين فيتحول الى صبغ يفرزه الكبد مع الصفراء ويخزن عادة في الحوصلة الصفراوية . واذا حدث نقص في بناء مادة الهيموجلوبين في الانسان كنقص في عنصر

الحديد مثلا بينما استمر انتاج خلايا الدم الحمراء فانه ينتج عن ذلك نقص في كمية الهيموجلوبين التي تحتويها خلايا الدم الحمراء ، وعليه تصبح كمية الهيموجلوبين غير كافية لحمل الاكسجين كما يجب وهذا يؤدي الى ما يعرف بضعف أو فقر الدم Anemia ، ولهذا لا بد من تناول مواد غذائية تحتوي على عنصر الحديد لمعالجة هذه الحالة ، والاناث اكثر عرضة لنقص الحديد وبالتالي فقر الدم وذلك بسبب فقد كمية كبيرة منه اثناء عملية الحيض أو الحمل والولادة •

٣ ـ كرات (خلايا) الدم البيضاء :
White Blood Cells (WBC)-Leucocytes

خلايا عديمة اللون تختلف عن خلايا الدم الحمراء من حيث أنها أكبر حجما (٩ ـ ٢٥ ميكرون) ، وتحتوي على نواه احادية أو مجزاة وبالتالي لها القدرة على الانقسام ، ولها القدرة أيضا على الحركة الذاتية فهي تتحرك حركة أميبية وتنتقل من مكان لاخر على عكس خلايا الدم الحمراء التي تنساب وتسبح في بلازما الدم ، لكنها أقل عددا من نظيرتها كرات الدم الحمراء ، وهناك خلية دم بيضاء واحدة لكل ألف خلية دم حمراء (١ : ١٠٠٠) ، وبالرغم أن عددها في الدم يختلف لكن المعدل الطبيعي لها يصل حوالي ٧٠٠٠ خلية في كل مليمتر مكعب واحد من الدم ، ويزداد عددها في الحالات المرضية أو اصابة الجسم بميكروبات جرثومية • هذا وتبقى خلايا الدم البيضاء في الدم حوالي ٣ ـ ٤ أيام لكن عمرها قد يصل الى عام كامل حيث أنها قد تترك مجرى الدم في اعداد كبيرة خلال جدر الاوعية الشعرية للانسجة ، لذا يعتقد أنها تبقى هذه المدة القصيرة في الدم وتغادره لمحاربة الميكروبات الجرثومية •

تتكون خلايا الدم البيضاء في نخاع العظم والعقد اللمفاوية ، وبالرغم من وجود أنواع واشكال مختلفة منها الا أنها تؤدي وظيفة دفاعية ومناعة للجسم من الميكروبات ، فهي تكون ما يعرف بالاجسام المضادة Antibodies التي تلتصق بالاجسام الغريبة المسببة للمرض وتبطل عملها ، كما أن

للخلايـا القدرة على التهام الميكروبات الجرثوميـة خاصة وأنها تتحـرك وتتجول في الدم وتنتقل بسرعة الى أماكن الاصابة حيث الاجسام الغريبة أو الميكروبات الجرثومية سواء كانت بكتيريا أو فيروسات أو غيرها ٠

تقسم الكرات الدموية البيضاء الى طرازين أساسين هما (لاحظ الشكل ١٠ ـ ١) :

أ ـ الكـرات البيضاء اللامحببـة Agranulocytes ويمتـاز السيتوبلازم فيها ، كما يدل الاسم ، بخلوه من الحبيبات ، وهي تشمل الكرات الدموية البيضاء التالية :

١ ـ الكرات اللمفية Lymphocytes تشكل حوالي ٢٠ ـ ٢٥٪ من خلايا الدم البيضاء ، ولها نواه كبيرة نسبيا ولها القدرة على تكوين اجسام مضادة في الجسم ضد الميكروبات الجرثومية والاجسام الغريبة ٠

٢ ـ الكرات الكبيرة Monocytes or Macrocytes تشكل حوالي ٣ ـ ٧٪ من خلايا الدم البيضاء ، وهي اكبر خلايا الدم البيضاء حجما لها نواه كبيرة الحجم تملأ معظم الخلية وتظهر كلوية الشكل أو على شكل حذاء الفرس أحيانا ، وللخلايا القدرة على التهام الاجسام الغريبة أو الميكروبات ٠

ب ـ الكرات البيضاء المحببة Granulocytes ويمتاز السيتوبلازم فيها باحتوائه على حبيبات لها القدرة على امتصاص اصباغ كيماوية معينة تختلف من نوع لآخر ، وهي تشمل الكرات الدموية البيضاء التالية :

١ ـ الكرات قابلات القاعدة Basophils تشكل نسبة ضئيلة من خلايا الدم البيضاء حوالي ½٪ ، لها نواه كبيرة غير منتظمة ، والسيتوبلازم مملوء بالحبيبات التي يعتقد العلماء أنها عبارة عن تجمعات من الانزيمات الهاضمة أو الليسوسومـات ، وللحبيبات القدرة على التلـون بالاصباغ القاعدية فتبدو زرقاء اللون ، وبالرغم أن وظيفتها ليست معروفة تماما الا أنه لوحظ أن عددها يزداد عندما يتعرض الجسم للاصابة بالعدوى

أو الالتهابات المرضية من حين لاخر مما جعل بعض العلماء يقترح أن لها القدرة على مغادرة مجرى الدم والتهام الاجسام الغريبة وبالتالي ابطال مفعولها ·

٢ ـ الكرات الحامضية (قابلات الايوسين) Eosinophils تشكل حوالي ٢ ـ ٤٪ من خلايا الدم البيضاء ، لها نواة رفيعة في الوسط ومنتفخة من طرفيها ، أما السيتوبلازم فهو كالكريات القاعدية مملوء بالحبيبات التي تتلون بالاصباغ الحامضية فتبدو عندها حمراء اللون ، هذا ويقترح بعض العلماء أنها تشكل مناعة للجسم من شر بعض الطفيليات خاصة الديدان الطفيلية ·

٣ ـ الكرات المتعادلة Neutrophils تشكل حوالي ٦٠ ـ ٧٥٪ من خلايا الدم البيضاء ، وتتميز بامتلاكها نواة مجزأة أو مقسمة الى ٣ ـ ٤ اقسام ، وتحمي الجسم عادة من غزو البكتيريا ·

٤ ـ الصفيحات الدموية Blood Platelets-Thrombocytes جسيمات صغيرة جدا غير خلوية لعدم وجود نواه في جميع مراحل تكوينها ، يبلغ قطرها حوالي ٢ ـ ٤ ميكرون أي ما يعادل نصف قطر خلايا الدم الحمراء ، ويبلغ عددها في المعدل الطبيعي حوالي ٣٠٠,٠٠٠ صفيحة دموية في كل مليمتر مكعب واحد من الدم · وهي تنشأ من خلايا خاصة تعرف بالخلايا العملاقة في نخاع العظم Megakaryocytes يصل قطرها ٢٠ـ٣٠ ميكرون اما وظيفتها فلها علاقة قوية في عملية تجلط أو تخثر الدم اثناء الجروح أو النزيف ، وهي تتجدد باستمرار حيث يصل عمرها حوالي عشرة أيام ·

ثانيا : القلب : The Heart

عضو عضلي مجوف كمثرى الشكل وبحجم قبضة اليد ، يقع بين الرئتين داخل التجويف الصدري ويميل قليلا الى الجهة اليسرى من التجويف الصدري ، يتألف من عدد كبير من الالياف العضلية المتخصصة . والياف عضلاته متفرعة قصيرة مخططة طوليا وغير منفصلة بينها اتصال

سيتوبلازمي يجعلها تعمل كوحدة واحدة ، وعضله القلب عضلة لا ارادية لها القدرة على الانقباض والارتخاء ذاتيا ، ولهذا نجد أن القلب ينبض حتى بعد ازالته من الجسم اذا ما وضع في محلول غذائي مناسب ، كما أن القلب يبدأ بالنبض في الطور الجنيني قبل تكون نهايات الاعصاب ، ولذلك لا يحتاج الى تأثير الدماغ اذا تعمل العضلة مستقلة عن الجهاز العصبي ولا تستجيب للاشارات العصبية الا لتنظيم وتعديل دقات القلب حسب الحاجة.

تبدأ حركة القلب من منطقة خاصة في الاذين الايمن عند عقدة عصبية أذينية تسمى العقدة البهوية أو ضابط الايقاع Sinoatrial Node (Pacemaker) وينتج عن توالي عمليات الانقباض والارتخاء لعضلة القلب وما يتبعها من مرور الدم في الاوعية الدموية ما يعرف بالنبض Pulse ، هذا ويمكن ملاحظة نبضات القلب بسهولة في الانسان في منطقة الشرايين الموجودة في الاطراف والقريبة من سطح الجسم ولذلك غالبا ما يقاس نبض الانسان عند منطقة الرسغ . وبالرغم أن سرعة النبض تختلف حسب العمر (في الاطفال اكثر من الشباب والشيوخ) ، والجنس (في الاناث اكثر) ، والنشاط (يزداد بازدياد المجهود) وكذلك عند ارتفاع درجة حرارة الجسم ، الا أنه يمكن القول بأن المعدل الطبيعي لنبضات القلب في الشخص العادي عند الراحة تتراوح ما بين ٧٠ ـ ٨٠ نبضة في الدقيقة ، ويصل ما يضخه القلب من الدم حوالي ٧٥٠٠ لترا يوميا .

يغطي القلب كيس غشائي يسمى التامور Pericardium ، يتكون من طبقة خارجية ذات نسيج ليفي وطبقة داخلية مصلية تحيط بالقلب وتعمل على وقايته وحمايته من الصدمات والاحتكاكات الخارجية . يتركب القلب (الشكل ١٠ ـ ٢) من أربع حجرات Four Chambers هي :

١ ـ أذينين Atria أحدهما أذين أيمن Right Atrium والآخر أذين أيسر Left Atrium ، وتتصل بكل أذين زائدة أذينية الشكل ومن هنا يطلق عليه احيانا اسم Auricle بدلا من Atrium ، ولا يوجد اتصال مباشر بين الاذين الايمن والاذين الايسر الا في الحالة الجنينية حيث

الشكل ١٠-١ : خلايا (كرات) الدم الحمراء والبيضاء [Hickman et. al, 1979, p. 669]

الشكل ١٠-٢

القلب والأوعية الدموية المتصلة به [Hickman et. al, 1979, p. 671]

يوجد فتحة صغيرة بينهما تسمى الكوة البيضية Foramen Ovale ولهذا يكون الدم مختلطا في الجنين لكن لا تلبث هذه الفتحة أن تغلق بعد الولادة ·

٢ ـ بطينين Ventricles أحدهما أيمن Right Ventricle والاخر أيسر Left Ventricle ، ولا يوجد اتصال مباشر بين البطين الايمن والبطين الايسر ، لكن يتصل الاذين الايمن بالبطين الايمن بصمام ذي ثلاث شرفات غشائية Tricuspid Valve كما يتصل الاذين الايسر بالبطين الايسر بصمام ذي شرفتين Bicuspid Valve ، وظيفة هذه الصمامات أنها تسمح فقط بمرور الدم في اتجاه واحد أي من الاذين الى البطين وليس العكس (لاحظ اتجاه الاسهم في الشكل ١٠ ـ ٢) · والاذينان أصغر من البطينين وموجدان فوق البطينين ·

ثالثا : الاوعية الدموية : Blood Vessles

بما أن القلب يعمل على ضخ الدم الى جميع خلايا وانسجة واعضاء الجسم المختلفة اذن لا بد من وجود قنوات أو اوعية دموية خاصة تتصل بالقلب لتؤدي هذه الوظيفة ، هذه الاوعية تسمى بالاوعية الدموية ، وهـــي :

١ ـ الشرايين Arteries يعرف الشريان بانه أي وعاء دموي يحمل الدم خارج القلب بغض النظر عن نوع الدم الذي يحمله سواء كان مؤكسدا أو غير مؤكسد ، ولهذا يقع عدد كبير من الطلبة في خطأ علمي اذا ما اعتقدوا أن الشرايين تحمل الدم المؤكسد فقط ، فالشرايين الرئوية مثلا تحمل دما غير مؤكسد ، والشريان وعاء دموي سميك صلب ومرن في نفس الوقت ، يتركب جداره من ثلاث طبقات :

أ ـ طبقة خارجية Tunica externa-outer coat تتكون من نسيج ضام تحتوي على الياف كثيرة مرنة ·

ب ـ طبقة متوسطة Tunica Media-Midle Coat تتكون من الياف عضلية غير ارادية يتحكم انقباضها وانبساطها في حجم التجويف الداخلي للشريان وبالتالي في كمية الدم التي تمر فيه .

جـ ـ طبقة داخلية Tunica Intima-Inner Coat تتكون من صف واحد من الخلايا الطلائية الرقيقة ومن النوع النسيج الطلائي (الابثيلي) البسيط . هذا وان جدر الشرايين مزودة باعصاب تعمل على ضبط انقباض أو انبساط الشرايين وهذا أمر مهم في عملية تنظيم ضغط الدم .

٢ ـ الاوردة Veins يعرف الوريد بأنه أي وعاء دموي يحمل الدم من الجسم الى القلب بغض النظر عن نوع الدم الذي يحمله سواء كان مؤكسدا أو غير مؤكسد ، والوريد أقل سمكا وصلابة ومرونة من الشريان وذلك لأن الالياف المرنة في جدر الاوردة أقل من نظيرتها في الشريان ، وجداره يتركب من نفس الطبقات الثلاث التي يتركب منها الشريان وهي : طبقة خارجية وطبقة متوسطة وطبقة داخلية . والوريد يبدو منطويا على نفسه فيما اذا فرغ من الدم على عكس الشريان الذي يبقى كما هو حتى بعد تفريغه من الدم . والجدير بالذكر هنا أن الاوردة الكبيرة كالموجودة في الاطراف الخلفية تكون مجهزة بصمامات تبرز من جدرها الداخلية وعلى مسافات منتظمة واطرافها الحرة تكون باتجاه القلب فتمنع بذلك ارتداد الدم في الاتجاه المعاكس .

٣ ـ الشعيرات الدموية Blood Capillaries عبارة عن قنوات دموية دقيقة جـدا تصل الشرايين الدقيقـة Arterioles والاوردة الدقيقـة Venules ، ويتكون جدرها من نسيج طلائي بسيط مكون من طبقة خلوية واحدة Endothelium مكونة من صف واحد من الخلايا الطلائية الرقيقة وهي تقابل الطبقة الداخلية الثالثة في كل من الشرايين والاوردة . وتعتبر الشعيرات الدموية مفتاح الجهاز الدوري الدموي في الانسان من حيث انها تمتاز بصفة النفاذية التي تسبب سهولة انتشار الغذاء والفضلات بين الدم داخل الشعيرات الدموية وبين السائل المحيط بخلايا الانسجة ،

هذا وقد امكن تقدير مجموع اطوال هذه الشعيرات في الانسان البالغ بما يزيد عن ٨٠٫٠٠٠ كيلومترا ٠

وبوجه عام يمكن تقسيم الاوعية الدموية الرئيسية الى قسمين هما :

١ ــ الجهاز الشرياني ٠

٢ ــ الجهاز الوريدي ٠

اولا : الجهاز الشرياني : Arterial System

ويضم جميع الشرايين التي تصدر من القلب حاملة الدم منه (بغض النظر عن نوعه) الى اجزاء الجسم ٠ وهذه الشرايين (لاحظ الشكل ١٠ــ٢) هـــي :

١ ــ الشريان الرئـوي : Pulmonary Artery يخرج الشريـان الرئوي من البطين الايمن حاملا دما غير مؤكسد الى الرئتين (لاحظ التسمية) حيث يتفرع الى فرعين أحدهما يتجه الى الرئة اليمنى ويسمى بالشريان الرئوي الايمن والثاني يتجه الى الرئة اليسرى ويسمى بالشريان الرئوي الايسر ، وذلك لتنقية الدم وأكسدته بالرئتين ٠

٢ ــ الشريان الابهر (الاورطي) Aorta يخرج الشريان الاورطي من البطين الايسر حاملا دما مؤكسدا الى جميع أجزاء الجسم ، وبعد خروجه مـن البطين الايسر وقبـل تقوسه يتفـرع منـه أولا الشريـان التاجي Coronary Artery الذي لا يلبث أن يتفرع الى فرعين أيمن وأيسر ليكون ما يعرف بالشريان التاجي الايمن R.C.A والشريان التاجي الايسر L.C.A. ويسيران على سطح القلب لتغذيته ، والجدير بالذكر أن تصلب أو انسداد هذه الشرايين يسبب الاصابة بنوبة قلبية التي يتعرض فيها الانسان لخطر الموت وربما تظهر عليه اعراض الذبحة الصدرية Angina Pectoris اذا كانت الشرايين التاجية مسدودة جزئيا ، وان زادت حدة التجلط فاصبحت حاجزا أو عقبة اكثر في سير الدم المؤكسد للقلب فانه ربما ينجم عن ذلك الموت ٠ والتفرع الاخر للاورطي

هو تقوسه الى اليسار مكونا ما يعرف بالقوس الابهري Aortic Arch الذي يخرج منه عدة شرايين الى الامام والجانبين لضمان تزويد منطقة الجسم هذه بالغذاء والاكسجين ، ومن الشرايين التي تخرج من القوس الأبهري (لاحظ الشكل ١٠ ـ ٢) مرتبة من اليمين الى اليسار وفي اتجاه انحناء الاورطي هي :

١ ـ الشريان عديم الاسم Innominate a. ويتفرع الى فرعين :

أ ـ الشريان تحت الترقوي الايمن Rhight Subclavin a. ويزود الطرف الامامي الايمن بالدم المؤكسد والغذاء ٠

ب ـ الشريان السباتي العام الايمن Right Common Carotid ويجري على الجانب الايمن للعنق ويغذي الاجزاء اليمنى من الرأس والدماغ بالدم المؤكسد والغذاء ٠

٢ ـ الشريان السباتي العام الايسر Left Common Carotid ويخرج من القوس الابهري مباشرة ويجري على الجانب الايسر من العنق ويغذي الاجزاء اليسرى من الرأس والدماغ ٠

٣ ـ الشريان تحت الترقوي الايسر Left Subclavin a. ويخرج من القوس الابهري مباشرة ويزود الطرف الامامي الايسر بالدم المؤكسد والغذاء ٠

أما القوس الابهري نفسه فلا يلبث أن ينحرف بعد ذلك الى اليسار والى الخلف مكونا ما يعرف بالشريان الاورطي الظهري Dorsal Aorta الذي يسير بمحاذاة الظهر نحو الخلف حاملا الدم المؤكسد (المؤكسج) لتغذية الجزء الخلفي من الجسم ، وهو يعتبر الشريان الرئيسي في الجهاز الدوري ، ويتفرع منه عدة شرايين مرتبة من أعلى الى أسفل وباتجاه سريان الدم كما يلي :

١ ـ الشريان البطني Celiac Artery ويطلق على جزء الشريان الاورطي الظهري عند وصوله منطقة البطن بعد أن يتجاوز منطقة الحجاب الحاجز حيث يتفرع الى ثلاثة شرايين أصغر هي :

أ ـ شريان يغذي المعدة ويسمى شريان المعدة Gastric a.

ب ـ شريان يغذي الطحال ويسمى شريان الطحال Splenic a.

جـ ـ شريان يغذي الكبد ويسمى شريان الكبد Hepatic a.

٢ ـ الشريان المساريقي العلـوي Superior Mesenteric a.
ويذهب الى الجزء العلوي من الامعاء لتنرويدها بالغذاء والدم المؤكسد .

٣ ـ الشريان الكلوي الايسر Left Renal a. ويتجه نحو الكلية اليسرى لتزويدها بالاكسجين والغذاء .

٤ ـ الشريان الكلوي الايمن Right Renal a. ويتجه نحو الكلية اليمنى لتزويدها بالاكسجين والغذاء .

٥ ـ الشريـان المساريقـي السفلـي Inferior Mesentric a.
ويذهب الى الجزء الخلفي السفلي من الامعاء لتغذيتها وتزويدها بالاكسجين .

٦ ـ الشريان الحرقفي Iliac Artery عند نهاية المنطقة البطنية ينقسم الاورطي الظهري الى شريانين كبيرين يتجه كل منهما الى أحد الفخذين ليغذي الطرف الخلفي وهما :

أ ـ الشريان الحرقفي العام الايسر Left Common Iliac a.
وهو شريان كبير رئيسي ينتج من تفرع الشريان الاورطي الظهري ، ويتجه نحو الطرف الخلفي لتغذية الفخذ اليسرى ، كما يتفرع منه شرايين أصغر فأصغر لضمان تزويد هذه المنطقة من الجسم بالغذاء والاكسجين .

ب ـ الشريان الحرقفي العام الايمن Right Common Iliac a.
وهو شريان كبير رئيسي ويمثل الفرع الآخر للشريان الاورطي الظهري ، ويتجه هذا الشريان الى الفخذ اليمنى ليقوم بتزويد الطرف الخلفي الايمن بالغذاء والاكسجين ويتفرع منه شرايين اصغر فاصغر لضمان تغذية جميع منطقة الجسم .

ثانيا : الجهاز الوريدي : Venous System

ويضم جميع الاوردة التي تتجه نحو القلب حاملة الدم بغض النظر عن نوعه سواء كان دما مؤكسدا أو غير مؤكسد وجسم الانسان يحتوي على أوردة دموية كثيرة تناظر عادة الشرايين في الجهاز الشرياني ·

والاوردة الرئيسية هي كما يلي :

١ ـ الاوردة الرئوية Pulmonary Veins وعددها اثنان أحدهما يصدر من الرئة اليمنى والاخر يصدر من الرئة اليسرى ، ويحملان الدم المؤكسد من الرئتين باتجاه القلب حيث يتحدان معا في وريد رئوي واحد يصب في الاذين الايسر (لاحظ الشكل ١٠ ـ ٢) ·

٢ ـ الوريد الاجوف العلوي (Superior Vena Cava (Precaval V. يجلب الدم غير المؤكسد من الجزء العلوي الامامي للجسم ويصبه في الاذين الايمن ، وينتج هذا الوريد من التقاء عدة أوردة هي :

أ ـ الوريد الودجي الايمن Right Jugular V. والوريد الودجي الايسر L.J.V. ، ويجلبان الدم غير المؤكسد من الرأس والدماغ ويصبانه في الوريد الاجوف العلوي ·

ب ـ الوريد تحت الترقوي الايمن Right Subclavin V. والوريد تحت الترقوي الايسر L.S.V. ، ويجلبان الدم غير المؤكسد من الطرف الامامي الايمن والايسر على الترتيب ويصبانه في الوريد الاجوف العلوي ·

٣ ـ الوريد الاجوف السفلي
Inferior Vena Cava (Postcaval V.)
يجلب الدم غير المؤكسد من الاطراف الخلفية والجذع ويصبه في الاذين الايمن ، وهو ينتج من التقاء عدة أوردة هي :

١ ـ الوريدين الحرقفيين Iliac Veins وهما :

أ ـ الوريد الحرقفي العام الايمن R.C.I.V. ويجلب الدم غير المؤكسد من الطرف الخلفي (الفخذ اليمنى) ويصبه في الوريد الاجوف السفلي ·

ب ـ الوريد الحرقفي العام الايسر .L.C.I.V ويجلب الدم غير المؤكسد من الطرف الخلفي (الفخذ اليسرى) ويصبه في الوريد الاجوف السفلي ٠

٢ ـ الاوردة الكلوية Renal Veins وهما :

أ ـ الوريد الكلوي الايمن R.R.V

ب ـ والوريد الكلوي الايسر L.R.V ويجمعان الدم غير المؤكسد من الكليتين ويصبانه في الوريد الاجوف السفلي ومنه الى الاذين الايمن ٠

٣ ـ الاوردة الكبدية Hepatic Veins وتجمع الدم غير المؤكسد من الكبد وتفرغه في الوريد الاجوف السفلي فالاذين الايمن ٠

الدورة الدموية : Blood Circulation

بعد معرفة الجهاز الشرياني والوريدي وعملهما في الجهاز الدوري للانسان يمكننا الان تتبع دورة الدم في الجسم ، تقسم الدورة الدموية الى دورتين :

١ ـ الدورة الدموية الصغرى : والهدف منها هو أكسدة الدم وتخليصه من الفضلات الغازية ، وتبدأ هذه الدورة بحمل الدم غير المؤكسد بواسطة الشرايين الرئوية من البطين الايمن الى الرئتين حتى يتم تأكسده هناك ثم نقل الدم المؤكسد بواسطة الاوردة الرئوية وصبه في الاذين الايسر ٠

٢ ـ الدورة الدموية الكبرى : والهدف منها هو دفع الدم المؤكسد (المؤكسج) الى جميع خلايا وأنسجة واعضاء الجسم المختلفة ، وتبدأ بضخ الدم المؤكسد من البطين الايسر عبر القوس الابهري الذي لا يلبث أن يتجه ويتفرع الى فرعين اساسيين : الاول يتجه نحو الجزء الامامي للجسم لتغذيته والثاني يتجه نحو الخلف مكونا ما يعرف بالاورطي الظهري ليغذي الاعضاء الداخلية والخلفية للجسم ٠

الشكل (١٠ ـ ٣) والشكل (١٠ ـ ٤) يوضحان الدورة الدموية في الجسم كما يلي :

وريد أجوف علوي

الأوردة الرئوية

أذين أيسر

أذين أيمن

أذين أيمن

بطين أيسر

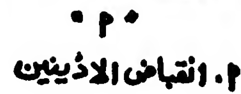
بطين أيمن

وريد أجوف سفلي

" ب "

ب. امتلاء البطينين

" م "



م. انقباض الاذينين

الاورطي

شريان رئوي

أذين أيسر

أذين أيمن

بطين أيسر

بطين أيمن

" جـ "



جـ. انقباض البطينين

الشكل ١٠ - ٣

الدورة الدموية [Wallace، 1978، P.26]

ثاني أكسيد الكربون
الأكسجين
CO_2
O_2
شعيرات الأطراف الأمامية والرأس
الوريد الأجوف العلوي
شعيرات الرئة
CO_2
الأوردة الرئوية
الشريان الرئوي
O_2
القوس الأبهري
أذين أيسر
أذين أيمن
الأورطي الظهري
الوريد الأجوف السفلي
بطين أيمن
بطين أيسر
الكبد
أوردة كبدية
شريان الكبد
وريد كبدي بابي
الأمعاء
الكليتان
CO_2
O_2
شعيرات الأطراف الخلفية

الشكل ١٠ - ٤

الدورة الدموية - توزيع الدم في الجسم [illegible]

١ ـ يتجمع الدم غير المؤكسد (غير المؤكسج)Unoxygenated Blood بواسطة الوريد الاجوف العلوي والوريد الاجوف السفلي وتفرعاتهما ويصبانه في الاذين الايمن ٠

٢ ـ يتجمع الدم المؤكسد (المؤكسج) Oxygenated Blood بواسطة الاوردة الرئوية ويصب في الاذين الايسر ٠

٣ ـ ينقبض الاذينان معا (الشكل ١٠ ـ ٣ ـ أ) عند امتلائهما بالدم فيندفع الدم غير المؤكسد من الاذين الايمن الى البطين الايمن ، ويندفع الدم المؤكسد من الاذين الايسر الى البطين الايسر ، وهكذا يمتلىء البطين الايمن بالدم غير المؤكسد بينما يمتلىء البطين الايسر بالدم المؤكسد (الشكل ١٠ ـ ٣ ـ ب) وتمنع صمامات القلب رجوع الدم بالاتجاه المعاكس ٠

٤ ـ ينقبض البطينان معا (الشكل ١٠ ـ ٣ ـ ج) عند امتلائهما بالدم فيندفع الدم غير المؤكسد من البطين الأيسر بواسطة القوس الابهري الذي لا يلبث أن يسير في اتجاهين متضادين (الشكل ١٠ ـ ٤) : الاول يتجه نحو الجزء الامامي للجسم ليغذي الاطراف الامامية والراس والدماغ (بواسطة الشرايين التي تخرج منه لاعلى) ، والثاني يتجه نحو الجزء الخلفي للجسم ليغذي الاطراف الخلفية والاعضاء الباطنية بما فيه الكبد والامعاء والكليتين بواسطة الاورطي الظهري وتفرعاته ٠

الدورة البابية : Hepatic Portal System

تعتبر الدورة البابية جزءا هاما من الدورة الدموية في الجسم حيث فيها دورة الدم غير عادية فالدم الشرياني يدخل الكبد بواسطة شريان الكبد .Hepatic a بينما الدم الوريدي في الاوردة الدموية الاتية من المعدة والبنكرياس والطحال والامعاء والمحملة بالمواد الغذائية المهضومة تتحد في وريد رئيسي يسمى بالوريد الكبدي البابي .Hepatic Portal V الذي لا يصب في القلب مباشرة (لاحظ الشكل ١٠ ـ ٤) انما يتجه نحو الكبد ويتفرع داخل الكبد الى فروع كثيرة جدا تنتهي بشبكة من الشعيرات

الدموية التي لا تلبث أن تتجمع ثانية لتكون أوردة صغيرة تتحد معا لتكون أوردة اكبر فاكبر حتى تكون في النهاية الاوردة الكبدية Hepatic V. والتي يصدر الدم منها ويصب في الوريد الاجوف السفلي ٠ وهكذا نلاحظ أن للكبد دورا مهما في هذه الدورة حيث أنه اثناء ذلك يقوم بوظائفه الفسيولوجية ذات الاهمية على المواد الغذائية المهضومة سواء الكربوهيدراتية أو الدهنية أو البروتينية وذلك عن طريق التأكد من سلامتها وطرد أو فصل المواد غير المرغوب فيها أو السامة منها قبل استيعابها في الدورة الدموية في الجسم ، فالكبد اذن ومن خلال هذه الدورة يعمل «كنقطة تفتيش» للتأكد من سلامة وهوية المواد الداخلة في الدورة الدموية العامة في الجسم ٠

وظائف الدم : Blood Functions

يمكن تلخيص وظائف الدم في جسم الانسان كما يلي :

١ ـ نقل المواد الغذائية التي تمتص من القناة الهضمية خلال جدر الامعاء بواسطة الاوعية الدموية واللمفية الموجودة بالخملات الى جميع خلايا وأنسجة الجسم المختلفة ٠

٢ ـ نقل الاكسجين من الرئتين الى جميع خلايا الجسم وأنسجته ، كما ينقل ثاني اكسيد الكربون من خلايا وأنسجة الجسم الى الرئتين ٠

٣ ـ حمل المواد الاخراجية خاصة الفضلات النيتروجينية المتكونة نتيجة عمليات التمثيل الغذائي من خلايا الجسم الى الكليتين ٠

٤ ـ نقل افرازات الغدد الصماء (الهرمونات) من مراكز تكوينها الى الاعضاء التي تتأثر بها ٠

٥ ـ يساهم في تنظيم درجة حرارة الجسم نظرا لارتفاع حرارته النوعية ، أو يشترك مع الجلد في حفظ درجة حرارة الجسم ثابتة وذلك عن طريق الاوعية الدموية التي تتسع أو تضيق حسب درجة حرارة الجسم وما يتبع ذلك من نقص أو زيادة كمية الحرارة التي تفقد من سطح الجسم خاصة عن طريق الاشعاع ٠

٦ ــ يساعد على حفظ التوازن المائي والضغط الاسموزي في الجسم ، وتنظيم تركيز أيون الهيدروجين في أنسجة واعضاء الجسم المختلفة ٠

٧ ــ يساعد الجسم في الدفاع عن نفسه سواء ضد الاجسام الغريبة أو الجراثيم والميكروبات الاخرى كالبكتيريا والفيروسات أو بعض الديدان الطفيلية ، كما يحمي الدم الجسم من النزيف اذا ما تعرض جسم الانسان للجروح أو حادث ما وذلك عن طريق تكوين ما يعرف بالجلطة الدموية أو تخثر الدم ٠

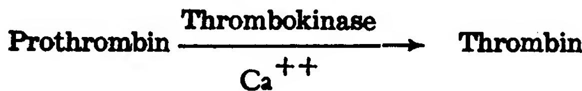
تجلط الدم : Coagulation (Clotting) of Blood

قلنا ان الدم يستطيع حماية نفسه عن طريق تكوين ما يعرف بالجلطة ، والجلطة أو تجلط الدم يحدث نتيجة لتفاعلات كيماوية وذلك لمنع حدوث النزيف وبالتالي تجنب تعرض الانسان لخطر الموت ، فعندما يتعرض الدم للهواء تصيبه عدة تغييرات فيسمك قوامه ويصبح اكثر لزوجة ثم لا يلبث أن يترسب على هيئة كتل دموية تسمى الجلطة الدموية التي لها أهمية كبيرة لايقاف النزيف ٠

بالرغم أن هنا تباينا في الخطوات الكيميائية التي تحدث أثناء تجلط الدم الا أنه يوجد اجماع على أن صفيحات الدم Platelets تلعب دورا رئيسيا في هذه العملية ، وأن الفيبرين Fibrin هو اساس تكوين الجلطة ، ويمكن تلخيص خطوات عملية تجلط الدم بما يلي :

١ ــ عند تعرض صفيحات الدم للهواء تتحلل وتتكسر معطية انزيما نشطا يعرف بانزيم الثرمبوكينيز (أو ثرمبوبلاستين Thromboplastin) Thrombokinase ٠

٢ ــ عندها يحول بروتين بلازما الدم : بروثرمبين Prothrombin الى أنزيم نشط يعرف باسم ثرومبين Thrombin بمساعدة الثرمبوكينيز وبوجود أيونات الكالسيوم اللازمة لهذا التحول حسب المعادلة التالية :



$$\text{Prothrombin} \xrightarrow[\text{Ca}^{++}]{\text{Thrombokinase}} \text{Thrombin}$$

هـذا ويجب ملاحظـة أن مـادة (البروثرمبين) تتكون في الكبـد وأن فيتامين K لا بد من توفره لانتاجها ، ولذلك يعتقد أن الاشخاص الذين يصابون بمرض النزيف وبما يكون عندهم نقص كبير في فيتامين K (الفصل الثاني عشر) ·

٣ ـ يتفاعل (الثرومبين) مـع بروتين بلازمـا الدم (الفيبرونيوجين Fibrinogen) ويحوله الى مادة غير قابلة للذوبان (الفيبرين Fibrin) التي لا تلبث أن تترسب على شكل ألياف أو بلورات ابرية الشكل متقاطعة ومتداخلة مع بعضها البعض تحصر عند أماكن تقاطعها كريات الدم الحمراء وبعض كريات الدم البيضاء ، وهكذا تمنع خروج أو نزيف الدم ، وهنا لا بد من التذكير أو التحذير من أن ازالة الكتلة الدموية ومسحها باليد يعني سيولة الدم مرة ثانية وبالتالي تعرض الانسان لفقد كمية أخرى من الدم ·

ضغط الدم : Blood Pressure

ان سريان الدم في أوعية دموية خاصة وبقوة معينة يعني أن الدم يضغط على جدران الاوعية الدموية ، مقابل ذلك فالاوعية الدموية تقاوم سريان الدم فيها ، وهكذا ينشأ ضغط للدم على جدران الاوعية الدموية ، وعليه يتحكم في قوة ضغط الدم ثلاثة عوامل هي :

١ ـ القلب : ويتمثل هذا العامل بدرجة مطاطية عضلات القلب وقوتها ·

٢ ـ الاوعية الدموية : وتتمثل أيضا بدرجة مطاطية هذه الاوعية التي تساعد في ضخ الدم واستمراريته بسلاسه ·

٣ ـ الدم : ويتمثل بكمية الدم ولزوجته ، فعندما يضخ القلب الدم يندفع الدم بقوة في الاوعية الدموية وبفضل مطاطية جدران هذه الاوعية ، فاذا ما انخفضت درجة مطاطية الاوعية الدموية فان ضغط الدم يرتفع لأن الدم يجد مقاومة اكبر في سريانه في هذه الاوعية · وهكذا نلاحظ أن

الضغط ينشأ نتيجة لدفع القلب الدم في الاوعية الدموية على هيئة موجات وفقا لدقات أو نبضات القلب ، وضغط الدم ليس ثابتا في جميع الاوعية الدموية بل يقل تدريجيا حتى يصل أقل قيمة له في الاوردة • ويقاس ضغط الدم بمقدار ارتفاع عمود الزئبق ويعرف منه نوعان :

الاول : الضغط الانقباضي : Systolic Blood Prossure اي عندما تنقبض عضلات القلب (انقباض البطينين) وتدفع بالدم الى الدورة الدموية •

الثاني : الضغط الانبساطي : Diastolic Blood Pressure
اي عندما تسترخي عضلات القلب (انبساط البطينين) وتستقبل الدم ، ثم ينقبض القلب وهكذا يستمر القلب في عمله ما بين انقباض واسترخاء دافعا الدم الى جميع انحاء الجسم حاملا معه الاكسجين والغذاء • وعند قياس ضغط الدم فان الطبيب يقوم بقياس الضغطين السابقين (الانقباضي والانبساطي) ويعبر عنه اصطلاحا بـــ $\frac{١٢٠}{٨٠}$ ملم زئبق ، وهذا هو معدل الضغط الطبيعي للانسان السليم • والجدير بالذكر أن هذه القراءة تتفاوت صعودا أو نزولا وقد تختلف ما بين الصباح والمساء ، اذ أن ذلك يعتمد على عوامل كثيرة منها : الارهاق الجسدي أو الذهني ، وكثرة التدخين ، ودرجة الحرارة والاكثار من المنبهات كالشاي والقهوة ، ونوع الغذاء أو الحالة النفسية للشخص ، ويتراوح هذا التفاوت ما بين ٥ ــ ٣٠ درجة ومن هنا فعلى الانسان أن لا يبدى اهتماما زائدا للقراءات المختلفة طالما أنها تقع ضمن المعدل الطبيعي ، وغير ذلك فلا بد من مراجعة واستشارة الطبيب المختص •

على الرغم أن ضغط الدم أو ارتفاعه يتوقف على عوامل عدة منها : العمر ، والجنس ، والتدخين ، وارتفاع نسبة الدهن في الغذاء أو الدم ، ومرض السكري ، وازدياد نشاط الغدة الدرقية ، الا أن جسم الانسان يحاول أن ينظم هذا الضغط عن طريق الاعصاب المتصلة بالشرايين وهي :

أ ـ الاعصاب القابضة Vaso - Constricting Nerves وتعمل على انقباض الشرايين ٠

ب ـ الاعصاب ذات التأثير المثبط (الموسعة) Vaso-dialator وتعمل على انبساط الشرايين ٠

ورغم هذا فلا بد للشخص أن يفحص ضغطه الدموي على فترات منتظمة خاصة وأن كثيرا من الناس لا يشكون من أي شيء حتى ولو كانوا مصابين بارتفاع في ضغط الدم ٠

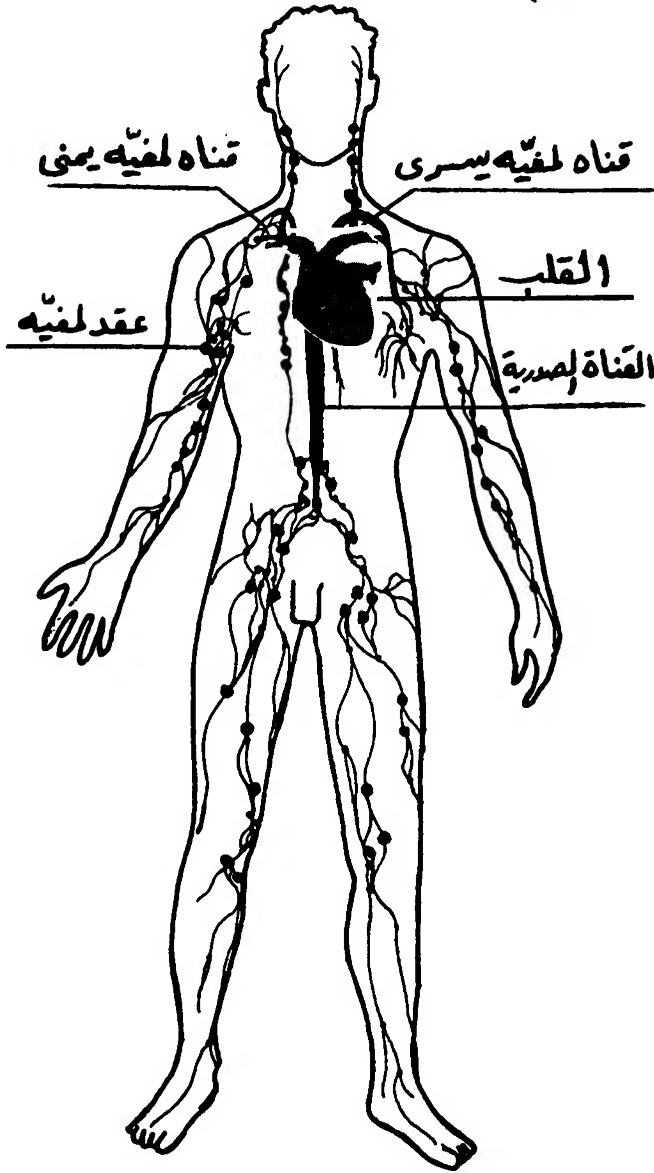
الجهاز اللمفاوي : Lymphatic System

يعتبر الجهاز اللمفاوي (الشكل ١٠ ـ ٥) متمما للجهاز الدوري حتى أن بعض العلماء يعتبرونه فرعا اساسيا من الجهاز الدوري ٠ فالدم كما ذكرنا سابقا ، يسير في اوعية دموية مغلقة ولهذا لا يوجد اتصال مباشر بين الدم وخلايا الجسم ٠ والسؤال الذي يطرح نفسه هو كيف يقوم الدم بتسليم الاكسجين والغذاء والهرمونات والاجسام المضادة ٠٠٠ التي تحتاجها خلايا وانسجة الجسم المختلفة ؟ وكيف يقوم الدم بتخليص خلايا الجسم من نواتج التنفس والفضلات النيتروجينية ؟

هناك سائل يشبه بلازما الدم تقريبا يسير في الجسم يختلف اسمه حسب مكان وجوده في الجسم ، فان وجد بين الخلايا سمي بالسائل بين الخلوي Intercellular (Interstitial) Fluid واذا ما وجد السائل في أوعية خاصة لمفية Lymph Vessels سمي بالسائل اللمفاوي، فاللمف Lymph اذن سائل بين خلوي تحمله الاوعية اللمفية ، ويختلف عن الدم بما يلي :

أ ـ سائل عديم اللون تقريبا لا يحتوي على كريات الدم الحمراء لكنه يحتوي على خلايا لمفية ٠

ب ـ يحتوي اللمف على نسبة من البروتينات أقل من بروتينات الدم ٠



الشكل ١٠ – ٥

الجهاز اللمفاوي [Clark, 1979, p. 215]

جـ ـ يتكون اللمف كسائل بين خلوي دموي يرشح من الشعيرات الدموية الشريانية الـذي لا يلبث ان يسيل ويبلل خلايا الجسم ويغمرها ٠

ترجع أهمية اللمف الى كونه واسطة النقل بين الدم وخلايا الجسم المختلفة ، وعليه يرشح سائل دموي من خلال جدر الشعيرات الدموية الرقيقة محملا بالاكسجين والمواد الغذائية ، أما معظم بروتينات الدم والعناصر الخلوية فلا تتمكن من النفاذ خلال جدر الشعيرات الدموية بل تبقى محجوزة في تلك الشعيرات ما عدا بعض كريات الدم البيضاء التي تهاجر لتؤدي وظيفتها في مناطق مختلفة من الجسم ٠ يغمر اللمف بما فيه من مواد غذائية ذائبة واكسجين ويبلل خلايا الجسم وتتم عملية التبادل بين سائل اللمف وبين خلايا الجسم ، وهكذا تنتشر المواد الغذائية الذائبة والاكسجين الى الخلايا التي يلامسها أو يبللها بينما المواد التي يكون تركيزها عاليا في الخلايا كالفضلات النيتروجينية وثاني اكسيد الكربون تنتشر بسهولة من خلايا الجسم الى اللمف المحيط بها ٠ وباختصار، فان اللمف يزود خلايا الجسم بما تحتاجه من مواد غذائية ذائبة واكسجين وهرمونات ٠٠٠ الخ بينما يحمل منها نواتج العمليات الحيوية كنواتج عملية التنفس CO_2 وعملية التحول الغذائي (مواد نيتروجينية) ناقلا هذه النواتج الى الدم وذلك عن طريق نفاذ وعودة بعض سوائل اللمف خلال جدر الشعيرات نفسها ، ويحمل خلال عودة السائل اللمفي الى الشعيرات الدموية معه الى تيار الدم ما جمعه من CO_2 ومواد اخراجية نيتروجينية تريد خلايا الجسم التخلص منها ٠ وهكذا يساعد على التوازن المائي والاسموزي في الجسم ٠ ولكن ماذا يحدث لسائل اللمف الذي لا يتمكن من العودة الى تيار الدم عن طريق النفاذ الى الجانب الوريدي من الشعيرات ؟ اللمف المتخلف في الانسجة ينفذ الى داخل أوعية خاصة دقيقة جدا تعرف بالشعيرات اللمفية ، وتتميز هذه الشعيرات بكثرة ثقوبها تلتقط بها البروتينات الموجودة باللمف ، ويدخل سائل اللمف الدورة الدموية بعد أن يمر من خلال أربع مناطق هي :

أ ـ الشعيرات اللمفية Lymph Capillaries

ب ـ الاوعية اللمفية Lymph Vesseles

جـ ـ العقد اللمفاوية Lymph Nodes

د ـ القنوات اللمفاوية Lymph Ducts

وهكذا نلاحظ أن الشعيرات اللمفية تتحد معا لتكون اوعية لمفية أكبر فاكبر حتى تكون في النهاية القنوات اللمفاوية الرئيسية الصدرية اليمنى واليسرى (لاحظ الشكل ١٠ ـ ٥) والتي تحمل سائل اللمف وتصبه في الوريدين تحت الترقويين الايمن والأيسر ومنه الى الوريد الاجوف العلوي فالقلب فالدورة الدموية العامة في الجسم · وهكذا نستطيع القول أن السائل اللمفاوي يسير باتجاه واحد فقط في الاوعية اللمفية وأن وجود الصمامات فيها يحول دون ارتداد السائل في الاتجاه المعاكس ، بالاضافة الى أن تدفق اللمف يسير داخل الاوعية اللمفية ببطء كبير (عكس تدفق الدم) وأن انقباض عضلات الجسم المختلفة تساعد على دفع اللمف في الاوعية اللمفية ·

الاعضاء اللمفية : Lymphoid Organs

تتركب الاعضاء اللمفية من انسجة لمفاوية هي في الاصل انسجة ضامة شبكية ، والنسيج اللمفاوي يحتوي عادة على : خلايا لمفية ، كريات بيضاء آكوله ، وخلايا منتجة للاجسام المضادة ، وقد يوجد بها عدد كبير من كريات الدم الحمراء كما في الطحال · وتشمل الاعضاء اللمفية ما يلي :

١ ـ العقد اللمفية : Lymph Nodes

تبدو العقدة على شكل حبة الفاصوليا ، وتختلف بالحجم فقد تكون بحجم رأس الدبوس وقد يصل قطرها الى بوصة واحدة ، وبالرغم أنها موزعة في اجزاء مختلفة من الجهاز اللمفاوي (الشكل ١٠ ـ ٥) لكنها تظهر كتجمعات في مناطق مختلفة من الجسم خاصة في منطقة العنق والمناطق الابطية الصدرية والفخذية · وترجع اهمية العقد اللمفية الى تكوين الخلايا اللمفية Lymphocytes كما تعمل على استخلاص

الميكروبات الدقيقة وما يتعلق بها من أوساخ أو شوائب من سائل اللمف ٠ وفي حالة اصابة الجسم بميكروب بكتيرى فان الخلايا الاكولة تهاجمها وتقوم باحتوائها وتحطيمها ٠

ومما يذكر عن العقد اللمفية (ربما لسوء الحظ) أنها تكون خلايا معينة أو مضادات حيوية رافضة لزراعة الانسجة في الجسم ، علما بأن زراعة هذه الانسجة أو الاعضاء لها أهمية كبيرة في تطور العلاجات الطبية اليوم ، كما يذكر أيضا أن العقد اللمفية تقوم بازالة بعض الخلايا السرطانية وبالتالي تهييء نموات سرطانية جديدة ، ولهذا يقترح البعض أن للجهاز اللمفاوي صلة بمرض السرطان الذي يسبب موت كثير من الناس اليوم ٠

٢ ــ الطحـــال : Spleen

عضو لمفي مهم في الجسم يرتبط وظيفيا بالدم ويقع تحت الحجاب الحاجز مباشرة في الجزء العلوي الايسر ويبلغ طوله حوالي ٥ ــ ٦ بوصات وعرضه حوالي ٣ ــ ٤ بوصات ، ترجع أهمية الطحال لما يلي :

١ ــ حيث أنه يحتوي على تجاويف وفراغات دموية كثيرة لذا يعتبر مستودعا هاما للدم خاصة كريات الدم الحمراء ، اذ قد يصل ما يخزنه من الدم حوالي لتر وفي حالات معينة قد ينقبض ويطرد ما يختزنه من الدم الى الدورة الدموية ٠

٢ ــ يعتبر المكان أو «المقبرة» الذي فيه تتحطم كريات الدم الحمراء حيث يحتفظ بعنصر الحديد لاستخدامه ثانية بينما يتحول بقية الهيموجلوبين الى صبغ يفرزه الكبد مع الصفراء ٠

٣ ــ له القدرة على انتاج كريات الدم البيضاء خاصة اللمفية منها وبالتالي يساهم في اعطاء الجسم مناعة ضد الميكروبات ، كما له القدرة ايضا على تكوين كريات الدم الحمراء خاصة في المراحل الجنينية ٠

٤ ــ يكون الطحال مادة معينة تعمل على تشجيع تكوين خلايا الدم في نخاع العظم ٠

٣ ــ الغدة التيموسية : Thymus Gland

وهي غدة تنتشر على القصبة الهوائية للجهاز التنفسي وتتكون عادة من فصين ، وتبلغ أقصى حجم لها عند عمر سنتين اذ يصل وزنها ١٢ غم تقريبا ، أما في حالة البلوغ فلا تلبث أن تضمر تدريجيا حتى تختفي في خريف العمر ، ولهذا يعتقد العلماء أن لها علاقة بتكوين مناعة للجسم خاصة في الاجنة وعند الصغار حيث لها القدرة على تكوين خلايا لمفية مما تكسب الجسم بعض المناعة ، كما تكون خلايا أخرى بشكل مؤقت لها علاقة في تكوين الاجسام المضادة ٠

٤ ــ اللوزتان : Tonsils

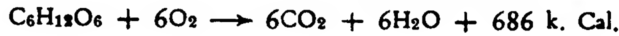
عبارة عن ثلاثة ازواج من التركيبات اللمفية ، يعتقد أن لها علاقة في مناعة الجسم حيث أنها تكون خلايا لمفية تهاجر الى الدم من حين لاخر وحسب حاجة الجسم ، وهي عرضة للالتهابات لذا يمكن التخلص منها اذا اقتضت صحة الشخص ذلك ولو أن العلماء يوصون بعدم استئصالهما الا في الحالات المزمنة وذلك لعلاقتهما ومساهمتهما في تكوين المناعة في الجسم خاصة عند الصغار ٠

الفصل الحادي عشر

الجهاز التنفسي Respiratory System

التنفس عملية مهمة تستمر باستمرار حياة الكائن الحي نفسه ، وهي ضرورية جدا لاستمرار حياة الانسان ، وببساطة هي عملية امداد خلايا وانسجة الجسم المختلفة بالاكسجين والتخلص من ثاني اكسيد الكربون ، وبدون توفر الاكسجين فان معظم خلايا الدماغ تموت خلال ٣ ــ ٥ دقائق · أما من الناحية الكيماوية فتشير الى سلسلة من التفاعلات الكيميائية تتم داخل الخلايا وفيها تتأكسد المواد الغذائية وينتج عنها انطلاق الطاقة اللازمة للنشاطات الحيوية للانسان ، كما ينتج ثاني اكسيد الكربون الذي لا بد من التخلص منه مع دورة الدم في الجسم · أما المفهوم الاول (امداد الجسم بالاكسجين) فيطلق عليه اسم التنفس الهوائي Breathing والمفهوم الثاني (التفاعلات الكيميائية داخل الخلية) فيطلق عليه اسم التنفس الخلوي Cellular Respiration ·

يتم اكسدة أو احتراق الغذاء داخل خلايا الجسم في عضية خلوية خاصة أشرنا اليها سابقا (الفصل الثالث) تسمى الميتوكندريا ، حيث تحمل الانزيمات الخاصة باكسدة الغذاء ، هذا ويعتبر سكر الجلوكوز اكثر صور الغذاء شيوعا ويستخدم كوقود لانتاج الطاقة في معظم الكائنات الحية بما فيه الانسان · على الرغم أن اكسدة الجلوكوز تضم معادلات كيميائية معقدة الا أن احتراق جزيء الجلوكوز احتراقا كاملا يعطي طاقة كبيرة نلخصها بالمعادلة التالية :



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 686 \text{ k. Cal.}$$

والطاقة الناتجة تكون عادة مخزنة في مركب كيماوي يدعى أدينوسين ثلاثي الفوسفات Adenosine Triphosphate ويرمز له عادة بالرمز ATP وتحطيم الجلوكوز نهائيا ينتج طاقة تساوي ٣٨ جزيئا (38 ATP) ، وهي عبارة عن مادة كيماوية تختزن فيها الطاقة على شكل روابط كيماوية

تكون متوفرة عند الحاجة اليها كما في النشاطات الحيوية المختلفة كالنمو والبناء والتكاثر والحركة والتفكير والقراءة ٠٠٠ وسائر العمليات الحيوية الاخرى التي يقوم بها الجسم ، لكن جزءا كبيرا منها يتحول الى طاقة حرارية يستخدمها الجسم في تدفئته وحفظ ذرجة حرارة الجسم ثابتة ٠

ان مجموعة الاعضاء المختصة بعملية التنفس الهوائي تسمى بالجهاز التنفسي ٠ يتركب الجهاز التنفسي (الشكل ١١ ـ ١) في الانسان من الاعضاء التالية :

١ ـ الانف Nose

٢ ـ البلعوم Pharynx

٣ ـ الحنجرة Larynx

٤ ـ القصبة الهوائية Trachea

٥ ـ الشعب الرئوية Bronchi

٦ ـ الرئتين Lungs

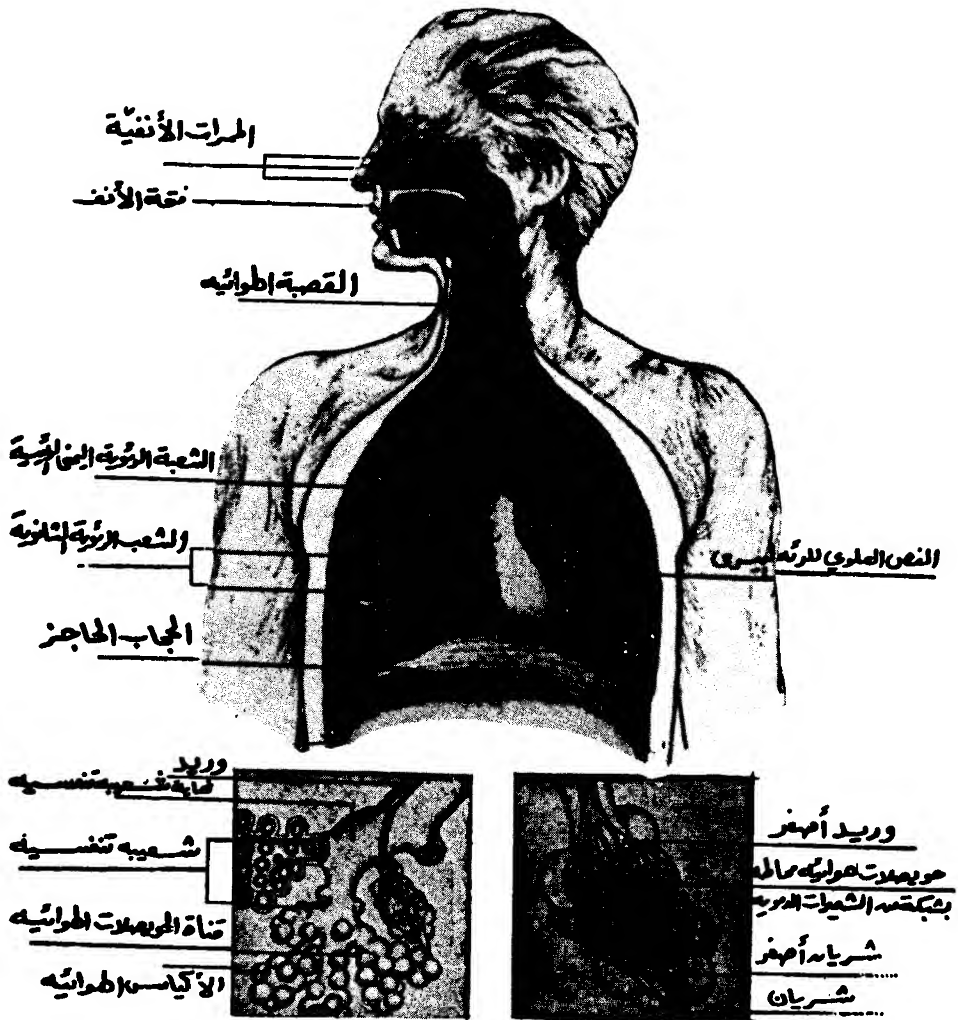
٧ ـ الحجاب الحاجز Diaphragm

١ ـ الانـــف : Nose

عضو مجوف غضروفي عظمي بارز في وسط الوجه ، يتكون من فتحتين اماميتين تتصلان بالجو الخارجي أو الهواء مباشرة تسميان فتحتي الانف Nostrils وبوسط الانف حاجز يفصل تجويفه الى حجرتين مستقلتين ، وكل حجرة مبطنة بغشاء أو نسيج مخاطي مهدب يعطي الهواء الداخل درجة حرارة مناسبة من الدفء والرطوبة بالاضافة الى أنه يمسك أو يحجز الغبار والاوساخ التي قد تدخل مع الهواء عن طريق الانف ٠

٢ ـ البلعـــوم : Pharynx

انبوبة عضلية وممر مشترك للغذاء والهواء ، وهي ملتقى سبع فتحات في الجسم منها فتحتا الانف الداخليتان اللتان تتصلان بالبلعوم من الخلف ٠



الشكل ١١ – ١

الجهاز التنفسي [Wilson et al, 1972, p.233]

٣ ـ الحنجـــرة : Larynx

جسم أو صندوق غضروفي تقع أسفل البلعوم ويفتح فيها فتحة المزمار Glottis في أرضية البلعوم يحرسها من أعلى زائدة غضروفية تعرف باسم لسان المزمار Epiglottis ، والجزء البارز من الحنجرة يعرف بتفاحة آدم ، وهي مهيأة بشكل خاص لكي تعمل كصمام منظم لكمية الهواء الداخلة أو الخارجة أثناء عمليتي الشهيق والزفـير ، هذا وتبقـى فتحـة الحنجرة مفتوحة الا عند مرور الطعام والماء من الفم الى المرىء فانهـــا تقفل بواسطة لسان المزمـار · ويوجـد في الحنجرة الأحبـال الصوتية Vocal Cords المسؤولة عن احداث الصوت في الانسان ومعظم الحيوانات الفقارية الأخرى·

٤ ـ القصبة الهوائية : Trachea

انبوبة مرنة مفتوحة باستمرار وتمتد بالتجويف الصدري وهي مدعمة عادة بحلقات غضروفية غير كاملة الاستدارة على شكل حرف C ، بينما يمتد المرىء خلف القصبة الهوائية في الجهة المقابلة للجزء الناقص من الحلقات الغضروفية · ويبطن جدارها من الداخل نسيج طلائي عمادي كاذب مهدب يعمل على حجز المواد الغريبة أو الاتربة من دخولها مع الهواء ، وتتفرع القصبة الهوائية الى فرعين أو شعبتين تعرفان بالشعب الرئوية Bronchi يتصل كل منها برئة ، كما تنقسم كل شعبة رئوية وتتفرع الى شعيبات رئوية أخرى تسمى بالشعيبات التنفسية Bronchioles (لاحظ الشكل ١١ ـ ١) التي تتفرع بدورها الى شعيبات اصغر فاصغر مكونة من عضلات ملساء غير ارادية خالية من الغضاريف الى أن تنتهي باكياس كثيرة يتجاوز عددها الملايين تعرف بالحويصلات أو الاكياس الهوائية Alveoli والاكياس الهوائية محاطة ومغمورة بالشعيرات الدموية ولها جدر رقيقة جدا وبالتالي يسهل تبادل الغازات في فراغ هذه الحويصلات ·

٥ ـ الرئتـــان : Lungs

توجد الرئتان في التجويف الصدري وكل رئة عبارة عن عضو اسفنجي مسامي وظيفتها تنقية الدم أي تحويله من دم غير مؤكسد الى دم مؤكسد

عن طريق دورة الدم في الجسم · والرئة اليمنى اكبر من اليسرى ، وتتالف عادة من ثلاثة فصوص واليسرى من فصين فقط ، ويغطي الرئتين من الخارج غشاء به سائل بلوري محكم الاغلاق لا يتصل بأي من تجاويف الجسم الاخرى يسمى الغشاء البلوري Pleura Membrane والغشاء مزدوج الجدار يتصل الغشاء الداخلي منه بالسطح الخارجي للرئة بينما يلتصق الغشاء الخارجي له بالحجاب الحاجز من اسفل ·

٦ ــ الحجاب الحاجز : Diaphragm

حاجز عضلي مقوس باتجاه التجويف الصدري ويفصل التجويف الصدري عن التجويف البطني ، الاول يحتوي الاعضاء المهمة للانسان كالقلب والرئتين ، والثاني أوسع يحتوي بقية الاحشاء الداخلية · وللحجاب الحاجز علاقة مباشرة في ميكانيكية التنفس في الانسان ·

ميكانيكية التنفس :

يدخل الهواء الى جهاز التنفس بفعل حركة عضلة الحجاب الحاجز أو بفعل عضلات الضلوع أو نتيجة لعملهما معا · وتقسم ميكانيكية أو آلية التنفس الى عمليتين هما :

١ ــ عملية الشهيق Inspiration وتعني دخول الهواء الى الرئتين عن طريق المسالك أو الممرات الهوائية التي تبدأ من فراغ الانف فالبلعوم ، فالحنجرة ، فالقصبة الهوائية ، فالشعب الرئوية ، فالشعيبات الرئوية ، وأخيرا الحويصلات الهوائية · وهناك يتم تبادل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون ، ويتم ذلك عندما تنقبض عضلة الحجاب الحاجز فيقل تحدبه أو ينبسط من جهة الصدر وبذلك يتسع التجويف الصدري فتتمدد الرئتان تبعا لذلك ويتخلخل الهواء الموجود فيهما ويصبح ضغطه أقل من ضغط الهواء الخارجي الجوي لذا يندفع الهواء الخارجي عن طريق الانف عبر المسالك الهوائية الى الرئتين ·

٢ ــ عملية الزفير Expiration وهي عملية معاكسة تعقب عملية الشهيق ، تحدث من ارتداد عضلة الحجاب الحاجز وتتقوس جهة الصدر

لارتخاء عضلاتها فيقل تبعا لذلك حجم الفراغ الصدري ويضغط على الرئتين وعلى الهواء فيهما مما يسبب خروج هواء الزفير نتيجة لزيادة ضغط الهواء الداخلي عن الهواء الخارجي • ويسلك هواء الزفير نفس الطريق التي سلكها هواء الشهيق ولكن بطريقة عكسية •

تنظيم عملية التنفس :

السؤال الذي يفرض نفسه هو : ما الذي ينظم أو يسيطر على الحركات التنفسية ـ عمليتي الشهيق والزفير ؟ سبق أن ذكرنا أن النخاع المستطيل يوجد فيه مراكز عصبية مختلفة لأفعال انعكاسية مهمة ومتعددة ، ومن هذه المراكز مركز عصبي يعرف بالمركز التنفسي Respiratory Center يرسل سيالاته العصبية بصورة أوتوماتيكية عن طريق اعصاب معينة الى عضلة الحجاب الحاجز وعضلات الضلوع فيحفزها على الانقباض ، واذا توقفت هذه الاشارات العصبية ـ بسبب توقف المركز العصبي عن ارسالها ـ ارتخت تلك العضلات • وهكذا فان عدد حركات التنفس وقوتها تتوقف على ما يرد من المركز التنفسي من سيالات عصبية • ويمكن تلخيص العوامل التي تؤثر على المركز العصبي التنفسي حفزا أو تثبيطا بعاملين : أحدهما كيماوي ـ يسيطر على حركة الشهيق ، والآخر عصبي ـ يسيطر على حركة الزفير ، ويتم ذلك كما يلي :

الاول : تركيز ثاني اكسيد الكربون في الدم (عامل كيماوي) ، وملخصه أنه كلما زاد تركيز غاز ثاني اكسيد الكربون في الدم كلما زاد حفز المركز العصبي التنفسي وبالتالي تزداد انسيالات العصبية التي يرسلها الى عضلات الحجاب الحاجز وعضلات الضلوع المسؤولة عن الحركات التنفسية مما يؤدي ذلك الى شهيق جديد ، واذا كان تركيز ثاني اكسيد الكربون قليلا في الدورة الدموية فان حفز المركز التنفسي يكون قليلا وبذلك تبطؤ الحركات التنفسية •

الثاني : الاعصاب الحساسة التي توجد منتشرة في جدر الحويصلات الهوائية وفي النسيج الرئوي (عامل عصبي) ، من المعروف أن جدر

الحويصلات الهوائية للرئة والنسيج الرئوي مزودة بعدد كبير من نهايات الاعصاب التي تتجمع وتنتهي الى المركز العصبي التنفسي في النخاع المستطيل • ولهذا فان انتفاخ هذه الحويصلات وتمدد جدرها يؤدي الى سريان السيالات العصبية في تلك الاعصاب الى المركز التنفسي فتثبطه وتجعله يتوقف عن ارسال سيالاته العصبية والتي تؤدي الى انقباض العضلات التنفسية وبالتالي ترتخي العضلات المسؤولة عن الحركات التنفسية فيضيق تجويف الصدر وتعود الحويصلات الهوائية للرئة الى الانكماش ويخرج هواء الزفير • وبعودة حويصلات الرئة الى الانكماش تتوقف السيالات العصبية التي كانت تسري من جدرها الى مركز التنفس اثناء انتفاخها ، وبذلك يتوقف تثبيط المركز العصبي التنفسي ويصبح عندئذ خاضعا لتأثير أو سيطرة تركيز ثاني اكسيد الكربون الموجود في الدم • وهكذا نستنتج أن الاعصاب الحساسة التي توجد منتشرة في جدر الحويصلات الرئوية لها عكس الاثر الذي يحدثه تركيز ثاني اكسيد الكربون في الدم ، وبعبارة أخرى تعتبر صمام أمان يمنع عملية الشهيق من تعدي الحد الامثل المناسب •

أما العوامل الأخرى التي قد تؤثر على عملية التنفس فنذكر منها ما يلي :

١ ـ الاجهاد العضلي ، لوحظ أن الاجهاد العضلي يؤدي الى زيادة كمية ثاني اكسيد الكربون في الدم ، ولذلك كي يتخلص الجسم من هذه الكمية الزائدة من هذا الغاز لا بد من زيادة معدل وعمق التنفس •

٢ ـ التركيب الهوائي المستنشق ، من المعروف أن زيادة النسبة المئوية لثاني اكسيد الكربون في هواء التنفس يسبب زيادة في كميته في هواء الرئتين ، وهذا يؤثر بالطبع على كيميائية الدم ، ولهذا يزيد الجسم من عمق التنفس وسرعته وذلك للتخلص من كمية غاز ثاني اكسيد الكربون الزائدة وهذا ما يحدث بالضبط عند تعرض الانسان لهواء في اماكن رديئة التهوية • ولكن ماذا يحدث لو نقصت نسبة غاز ثاني اكسيد الكربون في هواء الشهيق ؟

٣ ـ الضغط الجوي ، اذا تعرض الانسان لضغط جوي قليل (أقل من الضغط الجوي العادي) كما في سكان المناطق الجبليةالعالية ، فان ذلك يعني قلة في نسبة اكسجين الهواء وبالتالي قد يصاب الانسان بالدوخان ، ولهذا يلجأ الجسم لتعويض نقص الاكسجين بزيادة سرعة التنفس أو زيادة عدد كرات الدم الحمراء ٠ ولكن ماذا يحدث لو تعرض الانسان لضغط جوي مرتفع كما في سكان المناطق الغورية ؟

التنفس الخلوي : Cellular Respiration

بعد امداد خلايا وانسجة الجسم المختلفة بالاكسجين يتم احتراق أو اكسدة الغذاء داخل الخلايا في سلسلة طويلة من التفاعلات الكيماوية ٠ ان تحطم جزيء الجلوكوز نهائيا لانتاج الطاقة وثاني اكسيد الكربون والماء يتم في خطوتين هما :

١ ـ عملية الجلايكوله أو التنفس اللاهوائي Glycolysis وتتم ـ كما يدل الاسم ـ في معزل عن الاكسجين وفي السيتوبلازم ، وفيها يتحلل جزيء الجلوكوز بعد مروره في تفاعلات كيميائية خاصة الى جزيئين من حامض عضوي ثلاثي الكربون يعرف بحامض البيروفيك Pyruvic Acid وينتج من هذا التحول طاقة صافية تساوي 2ATP ، لكن هذه الطاقة غير كافية ولا يستطيع الانسان الاعتماد عليها للقيام بنشاطاته الحيوية لذا لا بد من الاستفادة من حامض البيروفيك وتحطيمه وتحليله لانتاج طاقة اكثر ، ويتم ذلك بوجود الاكسجين وفي الميتوكندريا ٠

٢ ـ التنفس الهوائي في الميتوكندريا ويتم في خطوتين هما :

أ ـ دورة كـربس Krebs Cycle وتحدث الدورة داخل المـادة الاساسية للميتوكندريا ، وفيها يتحول حامض البيروفيك بعد أن يدخل في تفاعلات كيميائية معينة ويفقد فيها جزيء ثاني اكسيد الكربون ، يتحـول الى حامض ثنائي الكربون يدعى حامض الاستيـك (الخليك) Acetic Acid والذي لا يلبث أن يدخل في دورة كربس ويتحد مع

حامض رباعي الكربون ليكون حامض الستريك Citric Acid عندها يمر حامض الستريك بسلسلة من التفاعلات البيوكيميائية فيها يخرج ثاني اكسيد الكربون وينتهي بتكوين مركب الطاقة ATP ٠

ب ـ سلسلة النقل الالكتروني (الهيدروجين)
Electron Transport Chain
يرتبط الهيدروجين عمليا بالتفاعلاف الكيميائية المحررة للطاقة والتي تحدث على الغشاء الداخلي أو اعراف الميتوكندريا ، وفي سلسلة التفاعلات الكيميائية يتفكك سكر الجلوكوز خلالها ويفقد الكترونات الهيدروجين ، وهذه الالكترونات لا بد لها من غوامل ناقلة لها لتوصلها الى المستقبل الاكسجين ليتحد معها مكونا الماء ٠ ولما كان انتقال الالكترونات يتم في سلسلة من التفاعلات الكيميائية لذا يطلق عليها سلسلة نقل الالكترون E.T.C ، أما العوامل الناقلة فتدعى بمرافقات الانزيمات Coenzymes ومن عوامل النقل المستخدمة : NAD^+ ويدخل في تكوينه فيتامين النياسين Niacin وكذلك FAD ومكونه فيتامين الرايبوفلافين ، والسيتوكروم Cytochromes ثم العامل الاخير ـ الاكسجين الذي يستلم الالكترونات أخيرا لتكوين الماء ، ومن هنا تبرز أهمية الاكسجين في التنفس الهوائي ٠ ان استخدام حاملات الالكترونات اكثر من مرة أمر مهم لانها توجد في الجسم بكميات محدودة وقليلة خاصة وأن الفيتامينات تدخل في تركيب بعضها والتي يتم الحصول عليها مع الغذاء ، ولهذا نجد حاملات الهيدروجين تتخلص من الكتروناتها لتعود مرة ثانية للاستعمال وهكذا ٠

أما النتيجة النهائية للتنفس الهوائي فهو انتاج مركب الطاقة ATP وعددها ٣٦ ، يضاف اليها 2 ATP من التنفس اللاهوائي وهكذا يصبح حصيلة التنفس الخلوي 38 ATP ، وعليه يمكن تلخيص معادلة اكسدة جزىء واحد من سكر الجلوكوز كما يلي :



$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$$

ان احتراق جزيء واحد من سكر الجلوكوز احتراقا كاملا يعطي ما يعادل ٦٨٦ كيلو كالوري ، بينما وجدنا أن اكسدة جزيء واحد من سكر الجلوكوز يعطي ٣٨ ATP ، ولما كان كل مركب طاقة واحدة من ATP يعادل ٨ كيلوكالورى فان عدد الكيلوكالوري في التنفس الخلوي يعادل ٣٠٤ (٣٨ × ٨) ، وبناء على هذا هل تستطيع أن تقدر كفاءة آلة الاحتراق عند الانسان ؟ ان كفاءة آلة الانسان تعادل تقريبا ٤٥٪ ، وهذه كفاءة عالية افضل من كفاءة أية آلة اخترعها الانسان نفسه ، فعلى سبيل المثال كفاءة الالة البخارية تعادل حوالي ١٠٪ فقط ، وهكذا نجد أن كفاءة الاحتراق عند الانسان افضل بكثير (أربعة اضعاف) من كفاءة الآلة البخارية أو ربما أية آلة تسير على الطاقة البترولية حيث لا يزيد كفاءة احسنها عن ٣٥٪ تقريبا ، أما الباقي من الطاقة الكلية للجلوكوز (٥٦٪) فتفقد على شكل حرارة يستفيد منها الجسم في تدفئته وحفظ درجة حرارته ثابتة .

الفصل الثاني عشر

الجهاز الهضمي Digestive System

قبل التحدث عن الجهاز الهضمي وعملية الهضم لا بد من التحدث عن الغذاء والمواد الغذائية المختلفة التي يتناولها الانسان ، والاغذية التي سنتحدث عنها هي نفسها التي تكون بروتوبلازم الخلية حيث أن الجسم يهضمها ويمتصها لتدخل في تركيب البناء الخلوي للانسان ٠

التغذية هي الطريقة التي يحصل بها الانسان والكائنات الحية الاخرى على أنواع الاغذية المختلفة ، ولا بد للانسان أن يكدح للحصول على الغذاء ومن ثم يتناوله فيهضمه ويمتصه الجسم لتأدية الوظائف والنشاطات الحيوية المختلفة ، والغذاء هو أي مادة تدخل الجسم ويستفيد منها الجسم بأي شكل من الاشكال ، ويحتاجه الانسان لاداء الوظائف التالية :

١ ـ يساعد على النمو عن طريق بناء أنسجة جديدة خاصة عند الصغار اذ نجدهم يأكلون بشراهه وباستمرار لانهم في طور بناء ونمو الجسم ٠

٢ ـ انتاج الطاقة اللازمة للنشاطات الحيوية المختلفة ٠

٣ ـ انتاج حرارة تساهم في تدفئة الجسم وحفظ درجة حرارة الجسم ثابتة ٠

٤ ـ تجديد وتعويض ما يفقده الجسم باستمرار من خلايا وأنسجة خاصة عند الكبار ٠

٥ ـ وقاية الجسم من بعض الامراض وتنظيم العمليات الحيوية في الجسم كما في العناصر الغذائية والفيتامينات ٠

ويمكن حصر المواد الغذائية التي يتناولها الانسان في نوعين أساسيين هما :

١ ـ الاغذية العضوية ٠

٢ ـ والاغذية غير العضوية ٠

اولا : الاغذية العضوية : Organic Food

عبارة عن مواد كربوهيدروجينية (كربون وهيدروجين) مستمدة أصلا من الكائنات الحية الحيوانية أو النباتية أو غيرها ، ويوجد منها ثلاثة أنواع هي :

١ ـ المواد الكربوهيداتية : Carbohydrates

مركبات كيماوية عضوية تتالف من ذرات الكربون والهيدروجين والاكسجين ، وتكون نسبة الهيدروجين الى الاكسجين كنسبتها في الماء ٢ : ١ ، وتعتبر من أهم واكثر الاغذية التي يتناولها الانسان لدرجة أن اكثر من نصف غذائنا هو من اصل كربوهيدراتي سواء شعرنا بذلك أم لا ٠ تقسم المواد الكربوهيدراتية كما يلي :

أ ـ السكاكر : Sugars من الاغذية الكربوهيدراتية السكرية قصب السكر والشمندر السكري والبطاطا الحلوة والحلويات ، ويعتبر السكر ابسط أنواع الاغذية الكربوهيدراتية ويؤدي وظيفتين هامتين هما :

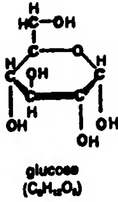
١ ـ المصدر الرئيسي للطاقة للكائنات الحية ٠

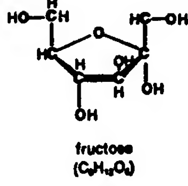
٢ ـ المادة الاساسية لبناء جزيئات ومركبات كيميائية أخرى تعتبر كنقطة بداية لبناء مركبات كيماوية اكثر تعقيدا ، فالسكر المأخوذ مع الغذاء يتحول الى جلايكوجين في كبد الانسان ، وأن اي زيادة في كمية السكر يتحول الى مواد دهنية تخزن في الجسم ، وكذلك الحال بالنسبة لبناء البروتينات والاحماض الامينية ، وهكذا فان السكاكر تستخدم كنقطة بداية في سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية ٠

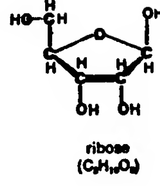
تتركب السكاكر من نفس العناصر المكونة للمواد الكربوهيدراتية (O,H,C) وتكون بنسبة ١ : ٢ : ١ على الترتيب ، ولهذا يرمز لها بالرمـــز CH2O ويوجد ثلاثة أنواع من السكاكر (الشكل ١٢ ـ ١) :

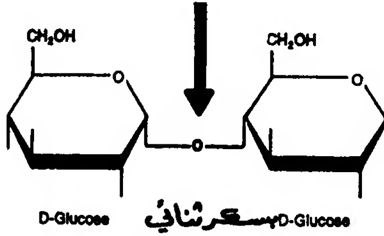
١ ـ السكريات الاحادية Monosaccharides وهي أبسط انواع السكريات ، وهي اما سكريات ثلاثية (مكونة من ثلاث ذرات كربون)

أ. سكريات أحادية

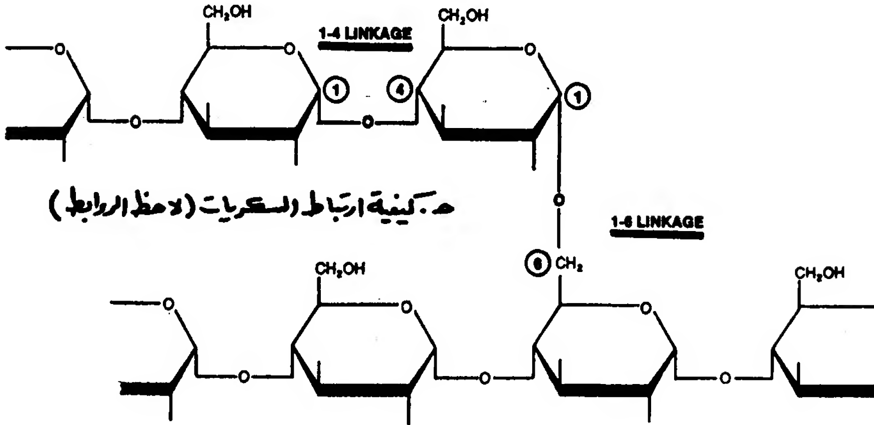




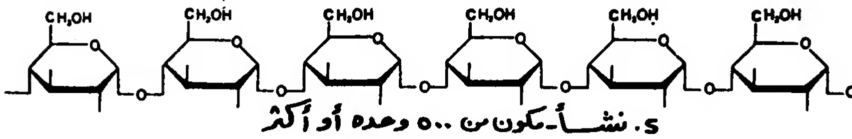




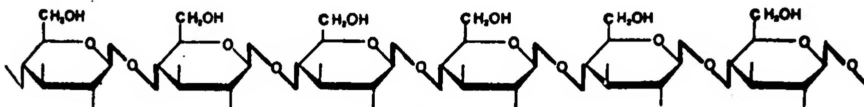
ب. سكر ثنائي



ج. كيفية ارتباط السكريات (لاحظ الروابط)



د. نشا ـ مكون من ٥٠٠ وحده أو أكثر



هـ. سليولوز ـ مكون من ١٠٠٠ وحده أو أكثر

الشكل ١٢ ـ ١

أنواع مختلفة من المواد الكربوهيدراتية [Clark 1979, P.88; Case, 1979, P.53]

أو رباعية أو خماسية أو سداسية ومن السكريات الخماسية سكر الرايبوز Ribose الذي يدخل في تركيب بعض الاحماض النووية (RNA) ، ومن السكريات السداسية المألوفة سكر الجلوكوز (العنب) وسكر الفركتوز (الفاكهه) وسكر الجلاكتوز • واحتراق السكريات الاحادية ينتج طاقة وماء وثاني اكسيد الكربون ، وهي تعادل ٦٨٦ كيلو كالورى في حالة احتراق أو اكسدة جزيء واحد من سكر الجلوكوز (الفصل الحادي عشر) •

٢ ـ السكريات الثنائية Disaccharides تنتج هذه السكريات من اتحاد جزيئين من السكريات الاحادية بعد فقدها لجزيء واحد من الماء ، ويرمز لها كيماويا بالرمز $C_6 H_{22}O_{11}$ كما هو موضح بالمعادلة التالية :



$$2(C_6H_{12}O_6) - H_2O \rightarrow C_6 H_{22}O_{11}$$

ومن امثلة السكريات الثنائية ما يلي :

أ ـ سكر المالتوز Maltose أو سكر الشعير ، ويتكون من جزيئين من سكر الجلوكوز •

ب ـ سكر اللاكتوز Lactose أو سكر الحليب ، ويتكون من اتحاد جزيء جلوكوز وجزيء جلاكتوز •

ج ـ سكر السكروز Sucrose أو سكر القصب ، وهو السكر الشائع في معظم النباتات ومنه السكر الذي نستخدمه يوميا في طعامنا والمعروف بسكر الطاولة Table Sugar ويتكون من اتحاد جزيء جلوكوز وجزيء فركتوز •

٣ ـ السكريات العديدة Polysaccharides تنتج هذه السكريات من اتحاد جزيئات كثيرة من السكريات الاحادية بعد فقد الماء ، وهي تتكون من سكريات أحادية مكررة ولهذا يرمز لها بالرمز $n\ (C_6H_{10}O_5)$ حيث n تدل على عدد الجزيئات المكونة للسكر • ومن امثلة السكريات العديدة ما يلي :

أ ـ النشا Starch ويتكون من جزيئات عديدة من سكر الجلوكوز يختلف عددها حسب التعقيد فقد يصل ٥٠٠ جزيء أو اكثر ، والنشأ عادة

خاص بالنباتات لا يذوب في الماء البارد الا انه يذوب في الماء الساخن بنسبة معينة ، ومن أمثلة المواد النشوية التي نتناولها في الغذا القمح (الخبز والكعك) والرز والبطاطا والذرة ·

ب ـ الجلايكوجين Glycogen ويتركب من وحدات مكررة من سكر الجلوكوز يختلف عددها لكنها اقل من نظيرتها في النشأ ، بالاضافة الى أنه يختلف عن النشأ بالطريقة أو الرابطة التي ترتبط بها جزيئات السكر ، والجلايكوجين خاص بالحيوان ولهذا يطلق عليه «النشأ الحيواني» ويخزن عادة في الكبد وفي عضلات الانسان ·

جـ ـ السليولوز Cellulose ويتركب من وحدات أو جزيئات كثيرة جدا من سكر الجلوكوز وبهذا يختلف عن النشأ والجلايكوجين ، فهو اذن معقد التركيب قد تصل عدد الجزيئات المكونة له الفي جزيء أو اكثر ، كما يختلف أيضا بالرابطة التي تربط هذه الجزيئات بعضها ببعض· يوجد السليولوز في جدر الخلايا النباتية وهو بذلك مكون اساسي للجدار الخلوي النباتي فيعطيه قوة ومتانة ، أما من الناحية الغذائية فالانسان لا يستفيد منه اذ لا يستطيع هضمه (لماذا ؟) لكنه يعتبر منشطا للجهاز الهضمي بوجه عام · أما بالنسبة لكائنات حية أخرى فيعتبر السليولوز غذاء جيدا لها ، حيث أن بعضها له القدرة على هضمه والاستفادة منه ، فالبكتيريا والفطريات وبعض الطلائعيات وعدد من المفصليات (السمك الفضي) تملك أنزيمات خاصة يمكنها تحطيم السليولوز والاستفادة منه · أما بعض الحيوانات الاخرى كالماشية (الابقار) والنمل الابيض Termites وبعض الصراصير فلها القدرة على الاستفادة من السليولوز نظرا لاحتواء جهازها الهضمي على كائنات حية (كالبكتيريا مثلا) تساعدها على تحطيم مادة السليولوز ·

د ـ الكايتن Chitin وهو سكريات عديدة تدخل في تركيب الهيكل الخارجي لقبيلة الحيوانات مفصلية الارجل كالحشرات والقشريات وغيرها ،

كما يدخل في تركيب جدر الخلايا الفطرية وبهذا يكسب الكائن الحي قوة وصلابة ومتانة · ويختلف عن بقية السكريات العديدة في أن عنصر النيتروجين يدخل في تركيبه الكيماوي ·

٢ ـ المواد الدهنية : Lipids

مواد عضوية تتركب من عناصر الكربون والهيدروجين والاكسجين ولكن نسب الذرات يختلف عن نظيرتها في المواد الكربوهيدراتية ، يتألف جزىء الدهن (الشكل ١٢ـ٢ـأ) من اتحاد ثلاثة جزيئات من الاحماض الدهنية Fatty Acids مع جزىء واحد من الجلسرين Glycerol وذلك بعد فقدها للماء ، وللدهون صفتان اساسيتان هما :

أ ـ غير متاينـة (غير مستقطبة) Nonpolar ولهذا فهي عديمـة الذوبان في الماء لكنها تذوب في المذيبات العضوية كالكحول والايثر ·

ب ـ تحتوي على نسبة عالية من الروابط : كربون ـ هيدروجين اكثر من المركبات العضوية الاخرى ، ولهذا فهي تختزن كمية كبيرة من الطاقة اذا ما قورنت بالمركبات العضوية الاخرى · وتؤدى الدهون وظائف هامة في الجسم هي :

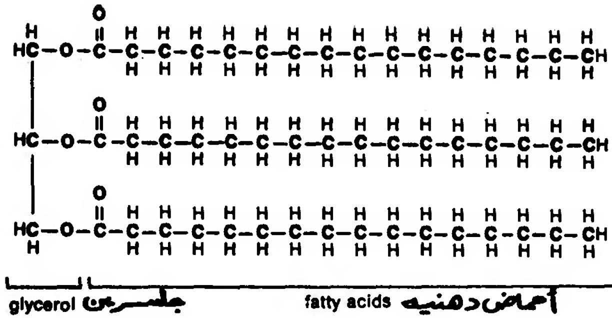
١ ـ مصدر هام لانتاج الطاقة ·

٢ ـ تشترك الدهون مع البروتينات في تركيب كثير من الاجزاء الخلويـة كالغشاء الخلوي والشبكة الاندوبلازمية ··· والميتوكندريـا (الفصل الثالث) ·

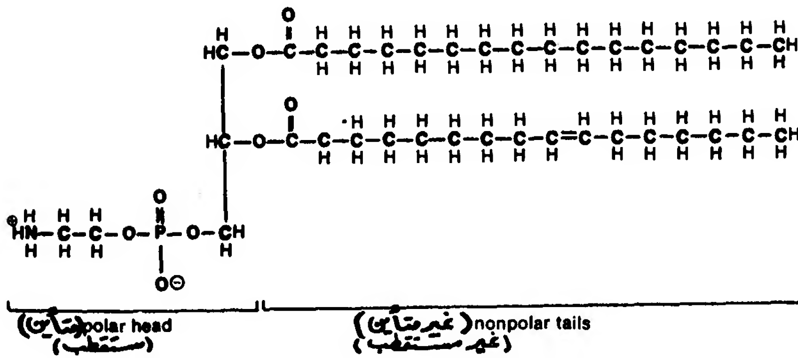
٣ ـ يمكن تخزين الدهون في مناطق خاصة في الجسم الفائض منها عن حاجة الجسم ومن ثم استخدامها وقت الحاجة ·

٤ ـ مـلء الفراغات الموجودة بـين اعضاء الجسم وبـذا تعمـل كوسادة لها ·

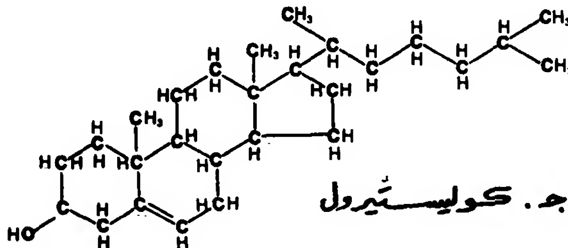
٥ ـ الدهون حاملة للفيتامينات خاصة الفيتامينات القابلة للذوبان بالدهون ·



أ. جزيء من الدهون - ثلاثي الجلسرين



ب. الدهون الفسفورية - فوسفوليبد



ج. كوليسترول

الشكل ١٢-٢

تركيب المواد الدهنية [Clark, 1979, P.87]

٦ ـ مـادة عازلة تمنع فقد حـرارة الجسم عـن طريق الاشعاع والتوصيل ٠

توجد الدهون على عدة صور أو اشكال ، فمنها الشحوم Fat ، والزيوت Oil والشموع Wax ، أو قد تصنف على شكل دهون حيوانية وأخرى نباتية ، والدهون الحيوانية غالبا ما تكون صلبة مشبعة في درجات الحرارة العادية ، أما الدهون النباتية فغالبا ما تكون سائلة غير مشبعة في درجات الحرارة العادية ، ولهذا توصف الاولى بالشحوم الحيوانية الصلبة والثانية بالزيوت النباتية السائلة ٠ ومن الزيوت النباتية المستخدمة عندنا زيت الزيتون ، زيت الذرة ، زيت الفستق ، زيت فول الصويا ، زيت عباد الشمس ٠٠٠ وزيت القطن ، والدهون الحيوانية غالبا ما توجد في لحوم الحيوانات أو مشتقاتها كما في الزبدة والسمن ودهن الخراف والخنازير ٠ أما الشموع فتدخل في تركيب الاعضاء الواقية للجسم أو تكون واقية للغطاء الخارجي كالجلد والفرو والريش وعلى اوراق وثمار النباتات الراقية وعلى الغطاء أو الهيكل الخارجي لبعض مفصليات الارجل ٠

ومن المواد الكيماوية التي تصنف مع الدهون الستيرولات Steroids علما بأنها لا تشبه الدهون من حيث تركيبها الكيماوي لكنها تصنف معها لاشتراكها بصفة أنها غير قابلة للذوبان بالماء (كالدهون) وتتكون من أربـع حلقات كربونيـة (لاحظ الشكل ١٢ ـ ٢) أمـا الكوليسترول Cholesterol فتصنف مع الدهون الفسفورية Phospholipids التي تدخل في تركيب وبناء الاجزاء الخلوية ، والهرمونات الجنسية وهرمونـات القشرة الكظرية كلها ستيرولات ، وفي الجسم تتكون مـن الكوليسترول الذي يبنى ويركب في الكبد من الدهون المشبعة ويوجد عادة مع الغذاء كاللحوم والجبن وصفار البيض والتركيزات العالية منه تساهم في تصلب الشرايين وارتفاع ضغط الدم ٠

٣ ـ المواد البروتينية : Proteins

تتركب البروتينات مـن عناصر الكربـون والهيدروجين والاكسجين والنيتروجين وعناصر أخرى كالكبريت والفسفور والحديد والمغنيسيوم والمنغنيز ، ونسب مكونات البروتين الاساسية كما يلي :

أ ـ كربون ٥٠ ـ ٥٥٪ ٠

ب ـ اكسجين ٢٥ ـ ٣٠٪ ٠

ج ـ نيتروجين ١٥ ـ ١٩٪ ٠

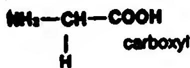
د ـ هيدروجين ٧٪ ٠

هـ ـ كبريت ٥ر٠ ـ ٥ر٢٪ ٠

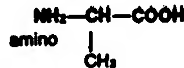
و ـ عناصر أخرى بنسب ضئيلة جدا ٠

ترجع أهمية البروتينات الى أنها تدخل في بناء وتركيب مكونات الخلية بما فيه البروتوبلازم ، كما يعتمد الجسم عليها في بناء خلاياه وانسجته المختلفة ٠ والبروتينات (كالكربوهيدرات والدهون) تتركب من وحدات بنائية تسمى الاحماض الامينية Amino Acids (الشكل ١٢ ـ ٣) وأبسط هذه الاحماض هو حامض الجلايسين Glycine ، وعند اتحاد جزيئين من حامض الجلايسين مع بعضهما (أو حامض أميني مع آخر) يتكون ما يعرف بثنائي الببتيد Dipeptide بعد فقد الماء ، واذا اضيف حامض آخر يتكون ما يعرف بثلاثي الببتيد Tripeptide ، واذا اتحدت احماض أمينية كثيرة مع بعضها البعض يتكون ما يعرف بعديد الببتيد Polypeptide وعليه فان البروتينات عبارة عن سلسلة طويلة من الاحماض الامينية مرتبطة بعضها ببعض بروابط ببتيدية Peptide Bonds بعد فقدان جزيئات الماء ٠

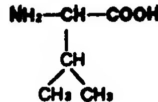
يدخل في تركيب البروتين حوالي ٢٠ حامضا أمينيا (الشكل ١٢ ـ ٣) أو اكثر قليلا (٢٠ ـ ٢٦ حامضا حسب مصادر اخرى) ، يمكن لهذه الحوامض أن تترتب بطرق مختلفة حسب نوع البروتين لتعطي صورا واشكالا مختلفة من البروتينات ، وهي اشبه باحرف اللغة التي تشكل عددا لاحصر له من الكلمات ، ونتيجة لذلك نجد أن بروتينات أي كائن حي يختلف عن بروتينات كائن حي آخر ، ولهذا عند نقل بروتين من جسم حي لآخر فانه يسبب تكوين ما يعرف بالاجسام المضادة ولهذا نراعي



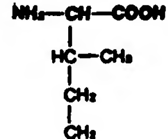
GLYCINE (gly)



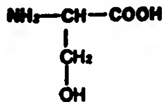
ALANINE (ala)



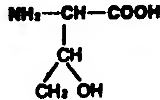
VALINE (val)



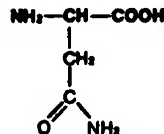
ISOLEUCINE (ile)



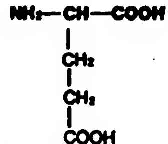
SERINE (ser)



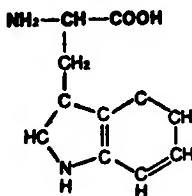
THREONINE (thr)



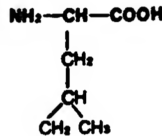
ASPARAGINE (asn)



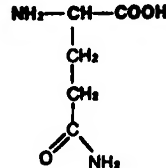
GLUTAMIC ACID (glu)



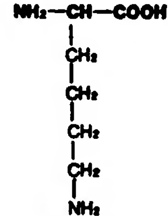
TRYPTOPHAN (trp)



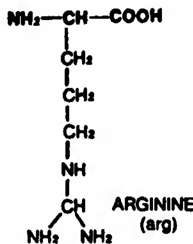
LEUCINE (leu)



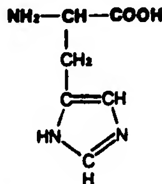
GLUTAMINE (gln)



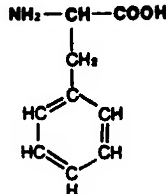
LYSINE (lys)



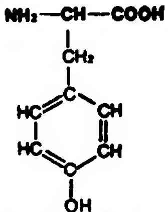
ARGININE (arg)



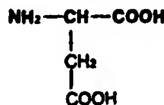
HISTIDINE (his)



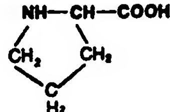
PHENYLALANINE (phe)



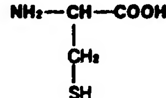
TYROSINE (tyr)



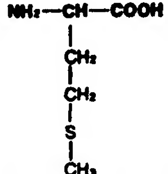
ASPARTIC ACID (asp)



PROLINE (pro)



CYSTEINE (cys)



METHIONINE (met)

الشكل ١٢-٣

الأحماض الأمينية [Case, 1979, P.43]

ذلك سواء عند نقل الدم من شخص لاخر أو عند زراعة الانسجة أو الاعضاء • ومن امثلة البروتينات نذكر ما يلي :

أ ـ الهيموجلوبين ـ جزيء هام في حمل الاكسجين يتألف من حوالي ٥٨٦ حامضا أمينيا •

ب ـ الانسولين ـ هرمون يتركب من حوالي ١٠٤ احماض أمينية •

جـ ـ كاتليز Catalase ـ أنزيم يتركب من ٢١٠٩ احماض أمينية•

د ـ ميوسين Myosin ـ له دور في انقباض العضلات ويتركب من ٤٢٥٤ حامضا أمينيا •

تقسم الاحماض الامينية الى قسمين :

١ ـ احماض أمينية اساسية Essential a.a وهي احماض لا يستطيع الجسم تكوينها أو بناءها ولا يستطيع البقاء بدونها ، ولهذا لا بد من الحصول عليها من مصادر غذائية حيوانية أو نباتية وعددها حوالي ثمانية احماض نذكر منها : لايسين Lysine ، ليوسين Leucine ، وفالين Valine •

٢ ـ احماض أمينية غير اساسية Nonessential a.a وهي احماض يستطيع الجسم تكوينها كمعظم الاحماض الامينية ، ويمكن الحصول عليها أيضا مع بروتينات الحيوان والنبات على السواء • وبوجه عام توجد الاحماض الامينية الاساسية في مصادر البروتين الحيوانية ومشتقاتها ، في حين توجد الاحماض الامينية غير الاساسية في بروتينات الحيوان والنبات، ولهذا الاشخاص الذين يعيشون على الغذاء النباتي (النباتيون) لا بد لهم من تناول المواد البروتينية الحيوانية من حين لاخر للحفاظ على مستوى صحي مناسب • تختلف البروتينات عن المواد الكربوهيدراتية والدهنية في أن قدرة الجسم محدودة جدا على تخزين البروتينات وان حدث يكون عادة في العضلات والكبد ، ولهذا لا بد للانسان من تناول الغذاء البروتيني يوميا حيث من الصعب أن يتحمل الجسم نقصه في الغذاء ، وكقاعدة عامة

فان الانسان بحاجة الى بروتين بشكل مستمر وبنسبة ١ غم/كغم من وزن الجسم يوميا • كما تختلف البروتينات في حساسيتها للتغير في درجة الحرارة ، فارتفاعها أو انخفاضها يسبب تكسر الروابط وبالتالي تغير طبيعة وشكل البروتين أو تخثرها •

للبروتينات وظائف متعددة في الجسم منها :

١ ــ بناء خلايا وانسجة الجسم اما للنمو أو لتجديد ما تلف منها •

٢ ــ تشترك مع الدهون في بناء معظم الاجزاء الخلوية •

٣ ــ تدخل في تكوين بعض المركبات الهامة في الجسم كالانزيمات والهرمونات •

٤ ــ تستخدم لانتاج الطاقة اذا ما دعت حاجة الجسم لذلك وخاصة عند نفاذ المواد الكربوهيدراتية والمواد الدهنية ، وبناء عليه فان كمية الطاقة الناتجة من هذه المواد كما يلي :

أ ــ ١ غم من المواد الدهنية يعطي عند اكسدته ٩ر٣ سعر كبير •

ب ــ ١ غم من المواد الكربوهيدراتية يعطي عند اكسدته ٧٩ر٣ سعر كبير •

ج ــ ١ غم من المواد البروتينية يعطي عند اكسدته ١٢ر٣ سعر كبير ؛

هذا ويقترح بعض العلماء بأن نحصل على ٣٠٪ من طاقتنا من المواد الدهنية ، وعلى ٥٥٪ من المواد الكربوهيدراتية وعلى ١٥٪ فقط من المواد البروتينية • وهذه نسب معقولة اذا ما علمنا أن ما يزيد على نصف الغذاء الذي نتناوله من المواد الكربوهيدراتية ثم الدهنية فالبروتينية • ومن المواد الغذائية التي تستخدم كمصدر مهم للبروتينات هي اللحوم على اختلاف أنواعها واشكالها ومشتقات المصادر الحيوانية المختلفة كالبيض والجبن والحليب ، وفي النباتات توجد البروتينات بكثرة في نباتات العائلة البقولية كالعدس والحمص والفول والفاصوليا وفول الصويا ••• ولهذا يقال أن «العدس لحمة الفقير» •

٤ ـ الفيتامينات : Vitamins

الفيتامينات عبارة عن مواد عضوية كيميائية يحتاجها الجسم بكميات قليلة جدا اذا ما قورنت بحاجة الجسم للمواد الغذائية الاخرى ، ونقصانها يسبب اختلالا في نشاط وتوازن الجسم فسيولوجيا وبالتالي ضعف الجسم وتعرضه للاصابة بالامراض • ولهذا لا بد للانسان من الحصول عليها مع غذاء مختلط متنوع يحتوي الاغذية الحيوانية والنباتية على السواء • وقبل التحدث عن الفيتامينات نفسها لا بد من ابداء الملاحظات التالية :

١ ـ الفيتامينات كالاحماض الامينية الاساسية لا يستطيع الجسم تكوينها ، ولهذا لا بد له من الحصول عليها من الخارج مع المواد الغذائية التي يتناولها الانسان •

٢ ـ تتأثر الفيتامينات بالحرارة وقد تقل أهميتها الغذائية تبعا لذلك ، لهذا يفضل تناول الخضروات والفواكه (ما أمكن) طازجة أو عدم طبخها جيدا •

٣ ـ لاتستخدم الفيتامينات لانتاج الطاقة في الجسم •

٤ ـ الفيتامينات ضرورية لبعض العمليات الحيوية في الجسم اذ انها تدخل في تركيب بعض المركبات الهامة مثل مرافقات الانزيمات Coenzymes التي تستخدم كعوامل ناقلة في التنفس الخلوي وغيرها •

٥ ـ لاتستخدم لنمو الجسم الا أنها ضرورية لاكتمال نمو الجسم نموا طبيعيا وبالتالي مساهمتها في مقاومة الامراض •

٦ ـ تسمى الفيتامينات عادة باحرف ابجدية كأن نقول فيتامين أ ، وفيتامين ب ، وفيتامين ج ••• وهكذا لكن بعد اكتشاف طبيعة وكيميائية الفيتامينات ، اصبحت الفيتامينات تعطى تسمية جديدة كأن نقول حامض الاسكوربيك لفيتامين ج ، والرايبوفلافين لفيتامين B_2 وهكذا •

٧ – تقسم الفيتامينات حسب ذوبانها اما في الدهون أو في الماء ، وعليه تقسم الفيتامينات الى نوعين :

أ – فيتامينات تذوب في الدهون وهي فيتامينات A,D,E,K وتجمع في كلمة «ديك» D E A K ·

ب – فيتامينات تذوب في الماء وهي فيتامينات C, B وقد تجمع في كلمة «بس» B C ·

أولا : الفيتامينات التي تذوب في الدهون : Fat - Soluble Vitamins

١ – فيتامين A

المصدر الاساسي لهذا الفيتامين هو مادة الكاروتين Carotene وهي صبغة صفراء تعطي اللون الاصفر للجزر ، كما توجد في بعض الخضروات والفواكه التي تكون فيها الصبغة الصفراء محجوبة · ولهذا نتوقع أن يوجد هذا الفيتامين في الخضار الصفراء والخضراء ، كما يوجد في صفار البيض وزيت السمك والكبد والزبدة · أما وظيفته الاساسية فهي المحافظة على نسيج طلائي للجلد والعين وبطانة جهازي التنفس والهضم ، ولهذا نقص الفيتامين يسبب جفاف الجلد وقرنية العين مع ضعف البصر وربما تأخر في النمو ·

٢ – فيتامين D

يوجد لهذا الفيتامين عدة اشكال منها D_1 , D_2 , D_3 والمصدر الاساسي له هي مادة أرجستيرول Ergosterol ، وتخزن غالبا في مناطق مختلفة تحت الجلد ، فعند تعرض الجسم لاشعة الشمس (الاشعة الفوق بنفسجية) تتحول هذه المادة الى أحد اشكال فيتامين D · كما يوجد أيضا في كبد الحيوانات وفي زيوت الاسماك والحليب والجبن وصفار البيض ، ونقص هذا الفيتامين يسبب نقصا في تكون وتشكيل العظام لانه يساعد الجسم على الاستفادة من عنصري الكالسيوم والفسفور ، ولهذا فان نقصه يسبب مرض الكساح Rickets ولين العظام خاصة عند الاطفال والصغار والحوامل ·

٣ ـ فيتامين E

يوجد هذا الفيتامين في الخضروات الورقية الخضراء وفي الزيوت النباتية خاصة الزيت المستخرج من جنين القمح وكبد الحيوانات والحليب وصفار البيض • على الرغم أن هناك آراء مختلفة حول أهمية هذا الفيتامين الا أنه يمكن القول بأن هذا الفيتامين ضروري لمنع تحلل كرات الدم الحمراء خاصة عند الصغار ، كما ذكر أن له علاقة بالقوة التناسلية اذ ان نقصه يسبب ضمورا في الاجهزة التناسلية في الذكر والانثى في حيوانات التجارب ، اما في الانسان ، فعلى الرغم أن تاثيره غير مؤكد الا أنه يعتبر ضروريا للنساء الحوامل ضد حالات الاجهاض كما قد يستعمل لمعالجة حالات العقم عند النساء من حين لاخر •

٤ ـ فيتامين K

يوجد فيتامين K بكثرة في الخضروات والفواكه وفي صفار البيض والكبد واللحوم ، وترجع اهميته الى كونه ضروريا لمساعدة الدم على التجلط (الفصل العاشر) ، وبالتحديد لا بد من توفره في الكبد حتى يمكن تكوين مادة بروثرومبين اللازمة لتجلط الدم • ولهذا فان نقصه يعرض الجسم لخطر النزيف ، علما بأن حوادث نقص هذا الفيتامين نادرة وأن متطلباتنا منه يمكن الحصول عليها عن طريق الكائنات الحية الدقيقة (البكتيريا) الموجودة في الامعاء والتي لها القدرة على تصنيع هذا الفيتامين وبالتالي سد حاجة الانسان • لكن الاطفال حديثي الولادة بحاجة كبيرة لهذا الفيتامين وذلك لان جهازهم الهضمي غالبا لا يوجد فيه بكتيريا ، ولهذا لا بد من توفير هذا الفيتامين لهم بصورة جاهزة •

ثانيا : الفيتامينات التي تذوب في الماء : Water-Soluble Vitamins

١ ـ فيتامين B المركب :

وهو عبارة عن مجموعة من الفيتامينات تذوب في الماء ولها عدة اشكال يعرف منها ما يلي :

أ ـ فيتامين B_1 أو ثيامين Thiamin ، ويوجد في الكبد والكليتين والدماغ والقلب والحبوب ، يدخل في تركيب بعض الانزيمات المرافقة الخاصة بدورة كربس ، ونقصه يسبب اضطرابا في العقل وضعف القلب ومرض «البرى برى» مما ينجم عنه التهاب الاعصاب مع بعض التورمات في الجسم ·

ب ـ فيتامين B_2 أو الرايبوفلافين Riboflavin ويوجد في الحليب والبيض والكبد والحبوب ، وهو مكون رئيسي لحامل الالكترون (مرافق الانزيم) FAD ونقصه يسبب تشقق في الشفتين مع التهاب جلدي واحمرار في العينين ·

جـ ـ فيتامين B_5 أو نياسين Niacin ، ويوجد في الحبوب والكبد واللحوم ، يدخل في تركيب حامل الالكترون أو مرافق الانزيم NAD ونقصه يسبب مرض البلاجرا Pellagra الذي يؤدي الى التهابات جلدية مع التهابات لاغشية القناة الهضمية وقد يتورم اللسان ويحمر مع مضايقة في الفم ، وقد يتبع ذلك اسهال مع بعض التغيرات العصبية والنفسية ·

د ـ فيتامين B_6 أو بايريدوكسين Pyridoxin ويوجد في الاسماك والكبد والكليتين والحبوب ، يدخل في بناء بعض مرافققات الانزيمات اللازمة لتمثيل الاحماض الدهنية والامينية ·

هـ ـ فيتامين B_{12} أو كوبلامين Cobalamin ويوجد في الدماغ والاسماك والكلاوي ، له علاقة في نضج كرّات الدم الحمراء ومضاعفة مركب الوراثة DNA · ونقصه يسبب فقر دم أو أنيميا عند الانسان نتيجة لسوء تكوين كرات الدم الحمراء ·

و ـ فيتامين بيوتين Biotin ويوجد في بياض البيض واللحوم وبعض الحبوب ، هذا ويمكن لبكتيريا الامعاء انتاجه وتكوينه ، وأهميته تعود كونه له علاقة بتكوين البروتينات وتثبيت ثاني اكسيد الكربون ونقصه يسبب الما في العضلات مع ضعف عام في الجسم ·

ز ـ فيتامين كولين Cholin ، فولاسين Folacin وتوجد هذه الفيتامينات في كبد الحيوانات والخضروات الورقية ولها علاقة في تكوين الاحماض الامينية وكرات الدم الحمراء في الجسم •

٢ ـ فيتامين C أو حامض الاسكوربيك Ascorbic Acid

ويوجد بكثرة في الحمضيات والبندورة والخضروات الورقية ، ويطلق عليه احيانا بفيتامين الحمضيات • يتأثر هذا الفيتامين بالحرارة ولهذا ينصح تناول بعض الخضروات الحمضية (البندورة) طازجة • ترجع أهمية هذا الفيتامين الى كونه ضروريا لتشكيل وتكوين ألياف النسيج الضام والتي بدورها تعطي قوة وصلابة للنسيج الضام كما في الاوتار والاربطة وأدمة الجلد ، ان نقص هذا الفيتامين يؤدي الى النزيف وخصوصا لثة الاسنان ، كما يرافق ذلك آلام في المفاصل والعظام وهذه الاعراض مجتمعة يطلق عليها مرض الاسقربوط Scurvy • وهناك ازدياد في الادلة العلمية التي تشير الى أن لهذا الفيتامين علاقة وثيقة بالوظائف التي يؤديها جسم الانسان كتطور الدماغ والاجهاد العضلي وفقدان القدرة على الاحتمال ومقاومة العدوى وهي حالات يوصي المختصون بزيادة المقدار الذي يتناوله الانسان من هذا الفيتامين • هذا وما زال الغموض يكتنف موضوع ما اذا كان فيتامين C يؤثر تأثيرا ايجابيا فيما يتعلق بمنع أمراض الزكام والبرد •

ثانيا : الاغذية غير العضوية : Inorganic Food

تشمل الاغذية غير العضوية الاملاح المعدنية والماء •

١ ـ الاملاح المعدنية : Minerals

تشكل الاملاح المعدنية ما يعادل ١٪ من وزن البروتوبلازم ، واهمها ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ، وتوجد الاملاح بصورة متأينة وبذلك تكسب بروتوبلازم الخلية النشاط الكيماوي والفيزيائي (تنظيم اسموزي) ، من الاملاح المعدنية نذكر ما يلي :

أ ـ املاح الحديد : مكون اساسي لهيموجلوبين الدم حيث أن ٧٠٪ منه موجود في الهيموجلوبين والباقي في الكبد ٠

ب ـ املاح الكالسيوم : ضرورية لبناء العظام والاسنان وتجلط الدم لايقاف النزيف ٠

جـ ـ املاح الفسفور : يساعد مع الكالسيوم في بناء العظام والاسنان ٠

د ـ اليود : ويدخل في بناء هرمون الثيروكسين ٠ وهكذا نجد أن الاملاح المعدنية مكملة للاغذية الاخرى ، وغالبا ما يحصل عليها الانسان مع الغذاء في الخضروات والفواكه الطازجة ومنتجات الحيوانات الدهنية ، ولكونها متأينة فانها تعطي الخلية قوة اسموزية معينة تعمل على حفظ وتوازن سوائل الجسم ٠

٢ ـ المـــــاء : Water

من الصعب تحديد أو حصر أهمية الماء للانسان أو الكائن الحي ، الا أن الاية الكريمة « وجعلنا من الماء كل شيء حي » غطت أهمية الماء اذ لا حياة بدون الماء ٠ ويحصل الانسان على الماء عن طريق الشراب والغذاء ٠ هذا ويمكن اجمال أهمية الماء كما يلي :

١ ـ يدخل الماء في تركيب خلايا وأنسجة واعضاء الجسم ، وبالرغم أن نسبة الماء في جسم الانسان تختلف حسب العمر لكن يمكن القول بأن حوالي ٦٦٪ من وزن الجسم ماء ٠ ولهذا نجد الانسان قد يصوم عن الاكل مدة طويلة قد تصل شهرين أو اكثر الا أنه لا يستطيع بقاء تلك المدة بدون ماء لأن جسم الانسان يتعرض لخطر الموت اذا فقد ١٠ ـ ١٢٪ من ماء الجسم ٠

٢ ـ وجود الماء بنسبة كبيرة في الجسم يسبب الليونة والمرونة له ، ولهذا فان فقد أي كمية من الماء تعرضه للتجعد والخطر وهذا ما يحدث في خريف العمر ، والماء بشكل عام ، يوجد داخل الجسم على ثلاث صور :

أ ـ داخل الخلايا Intracellular Fluid

ب ـ خارج الخلايا Extracellular F.

جـ ـ أو في بلازما الدم داخل الاوعية الدموية حيث يشكل الماء حوالي ٩٠٪ من بلازما الدم ٠

٣ ـ السعة الحرارية للماء عالية ، ولهذا فان تغيرات الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيماوية لا يترتب عليها تغير يذكر في درجة حرارة الجسم ، وذلك لقدرة الماء على امتصاص كمية كبيرة من حرارة الجسم دون تغير يذكر في درجة الحرارة ٠

٤ ـ التفاعلات الكيميائية داخل خلايا الجسم لا تتم الا في وسط مائي ، ولهذا لا يتم هضم الغذاء الا بوجود الماء ٠

٥ ـ للماء دور هام في اذابة الاملاح المعدنية (تأينها) والمواد الغذائية المهضومة وبالتالي يسهل امتصاص الجسم لها والاستفادة منها ٠

٦ ـ يدخل الماء في تركيب الافرازات الهاضمة للطعام كاللعاب (٩٩٪ ماء) والعصير المعدي ، كما يدخل في تكوين الدموع ٠

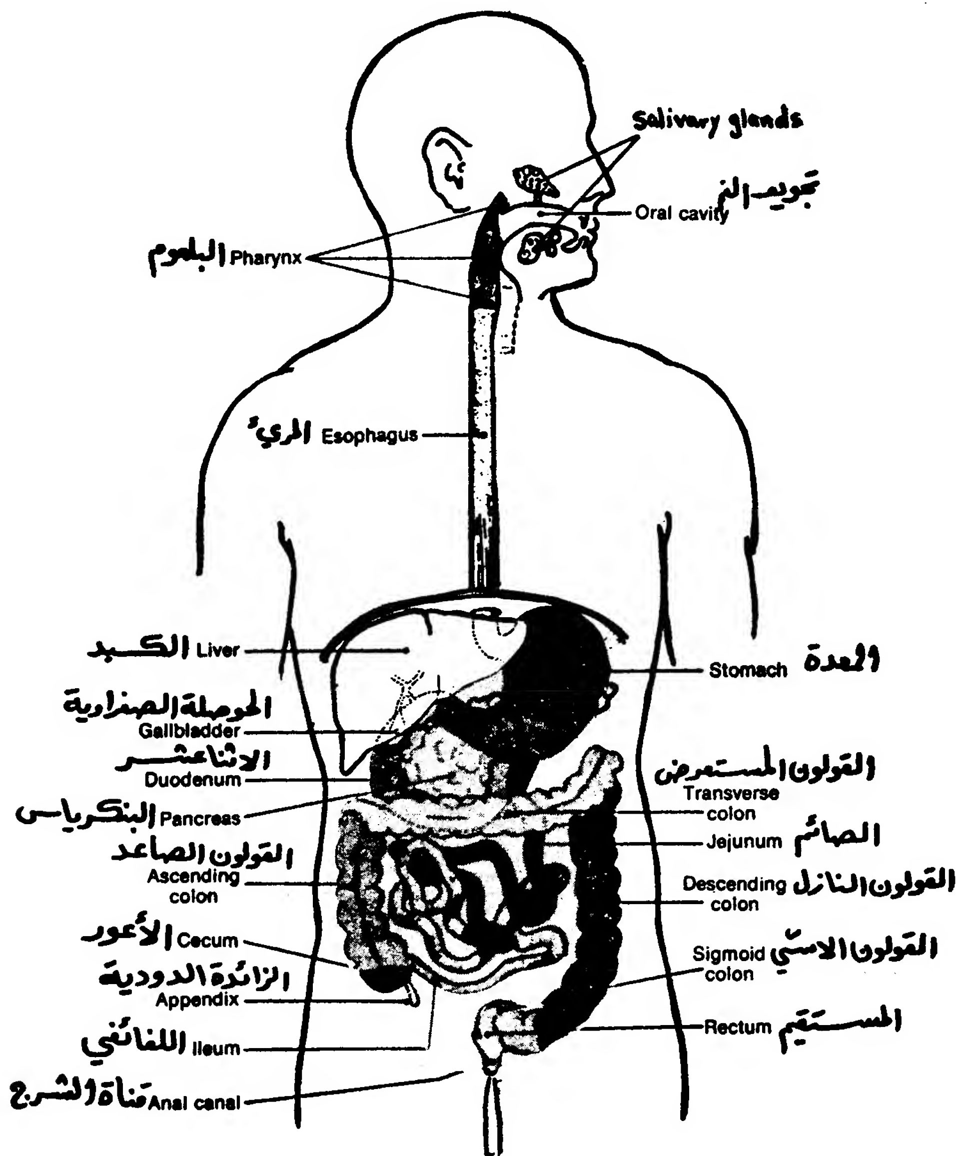
٧ ـ يساعد الماء على حفظ درجة حرارة الجسم ثابته ، ويساعد ذلك أن الحرارة لتبخر الماء عالية ، ولذلك يكفي أن تتبخر كمية قليلة من الماء ليصحبه امتصاص كمية كبيرة من الحرارة وبالتالي خفض درجة الحرارة خاصة في الايام الحارة وفي فصل الصيف ٠

٨ ـ يساعد الماء على التخلص من فضلات الجسم ، فيذيب المواد الضارة أو الزائدة عن حاجة الجسم ويحملها خارج الجسم اما على هيئة بول أو عرق ، كما يسهل خروج الفضلات الصلبة (البراز) للخارج ٠

هضم الغذاء : Food Digestion

يتم هضم الغذاء بواسطة جهاز الهضم ، وفيه يجري تحويل المواد الغذائية الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية الى جزيئات صغيرة قابلة للامتصاص والاستفادة منها ، والجزء الذي يصعب هضمه أو امتصاصه يطرد خارج الجسم وهو ما يعرف بالبراز Feces ٠

يتألف الجهاز الهضمي من قسمين هما : القناة الهضمية وملحقات القناة الهضمية (الشكل ١٢ ـ ٤) ٠



الشكل ١٢ - ٤

الجهاز الهضمي [Wilson ، 1978 ، P.324]

أولا : القناة الهضمية : Alimentary Tract

وهي عبارة عن انبوبة طويلة تختلف اجزاؤها في الشكل وتمتد من الفم الى فتحة الشرج · وفي الانسان تتركب من الاعضاء التالية :

١ ـ الفـــم Mouth

٢ ـ البلعوم Pharynx

٣ ـ المرىء Esophagous

٤ ـ المعدة Stomach

٥ ـ الامعاء الدقيقة Small Intestine

٦ ـ الامعاء الغليظة Large Intestine

٧ ـ الشرج Anus

ثانيا : ملحقات القناة الهضمية :

وتشمل الاعضاء أو الغدد التي تقترن بالقناة الهضمية وهي :

١ ـ الغدد اللعابية Salivary Glands

٢ ـ الكبد Liver

٣ ـ البنكرياس Pancreas

ويمكن تلخيص عملية هضم الغذاء كما يلي :

١ ـ الفـــم : Mouth

عبارة عن فتحة افقية في السطح الامامي للراس ، وعلى الرغم أنه لا يتم هضم حقيقي للغذاء في الفم ، الا أن الفم يؤدي وظيفة ميكانيكية مهمة في تقطيع الغذاء ، ويرجع الفضل بذلك الى الاعضاء التالية :

أ ـ الاسنان Teeth

وهي اعضاء عظمية مثبتة في الفكين العلوي والسفلي ، وعددها يختلف حسب العمر ، فالاطفال مثلا يملكون ما يعرف باسنان الحليب أو الاسنان

اللبنية Milk Teeth وعددها ٢٠ سنا (١٠ في كل فك) ، بينما الشخص البالغ يملك ما يعرف بالاسنان الدائمة Permanent Teeth وعددها ٣٢ سنا (١٦ في كل فك) • والاسنان أربعة أنواع موزعة في كل فك كما يلي :

١ ــ القواطع Incisors وعددها ٤ اسنان حادة في كل فك ، وتوجد في الجزء الامامي الوسطي أو في مقدمة الفم وظيفتها قطع أو قضم الطعام •

٢ ــ الانياب Canines وعددها اثنان في كل فك ، تقع بالقرب من القواطع وظيفتها تمزيق الطعام خاصة اللحوم •

٣ ــ الاضراس الاماميــة Premolars وعددها أربعة تقع بعــد الانياب ، سطوحها عريضة غير مستوية ووظيفتها طحن وسحق الطعام •

٤ ــ الاضراس الخلفية (الطواحن) Molars وعددها ستة تقع بعد الاضراس الامامية ووظيفتها طحن الطعام • وبهذا يكون عدد الاسنان ١٦ سنا في كل فك ، تعمل مجتمعة على قطع الطعام وتمزيقه وطحنه فيتحول الى قطع صغيرة تمكن الانزيمات الهاضبمة من أن تتخللها فتؤثر عليها بفاعلية اكبر ، ولهذا لا بد من تقطيع الطعام ومضغه جيدا في الفم لاننا بذلك نزيــد مساحة سطح الغذاء المعرض لفعل الانزيمات ، وأن عكس ذلــك يسبب عسر الهضم •

ب ــ اللسان Tongue

عضو عضلي عريض يتصل بقاعدة الفم من الخلف بينما الطرف الامامي حر الحركة ويتحرك في جميع الاتجاهات ، وظيفته :

١ ــ تحريك الطعام داخل الفم وخلطة بالعصارات الهاضمة •

٢ ــ تذوق الطعام ، يتميز اللسان باحتوائه على حلمات مختلفة الحجم تسمى براعم الذوق Taste Buds تتصل بالاعصاب وظيفتها تذوق

الغذاء ، وتتوزع براعم الذوق على سطح اللسان بترتيب معين بحيث أن براعم الذوق الموجودة في طرف اللسان لها القدرة على تذوق المواد الحلوة والمالحة ، وبراعم الذوق الموجودة على حافتي اللسان تتذوق طعم المواد الحمضية ، بينما براعم الذوق الموجودة في الجزء الخلفي من اللسان تتذوق طعم المواد المرة · والجدير بالذكر حتى يتذوق اللسان هذه المواد ويميزها لا بد وأن يكون الطعام أو بعضه بشكل محلول حتى يسهل وصوله الى نهايات الاعصاب المتصلة ببراعم الذوق ومنها الى الدماغ لتمييزها ·

٣ ـ المساعدة على النطق والكلام ·

ج ـ الغدد اللعابية Salivary Glands

وهي غدد خارجية الافراز تصب افرازاتها في تجويف الفم ، وعددها ثلاثة ازواج (لاحظ الشكل ١٢ ـ ١) وهي :

١ ـ الغدد النكفية Parotid G. غدد مصلية تقع امام الاذن وتتصل قنواتها بتجويف الفم على الجانبين عند اضراس الفك العلوي ، وتفرز عادة انزيم التيالين Ptyalin ·

٢ ـ الغدد تحت اللسان Sublingual G. وتقع في قاع الفم وتصب افرازاتها بواسطة عدة قنوات صغيرة تفتح اسفل اللسان في قاع الفم ·

٣ ـ الغدد تحت الفك Submaxillary G. غدد اصغر من الغدد النكفية وتقع على جانبي الفك السفلي وتصب قنواتها على جانبي قاعدة اللسان ·

وظيفة الغدد اللعابية افراز اللعاب Saliva واللعاب عبارة عن عصارة لزجة عديمة اللون تتركب من ٩٩٪ ماء وميوسين Mucin وبايكربونات الصوديوم تعمل على قلوية العصير ، وأنزيم الاميليز (تيالين) Amylase · تعمل مادة الميوسين على ترطيب اللقمة الغذائية كما تحمي القناة الهضمية من الانزيمات ، ويتم افراز اللعاب نتيجة رد

فعل تنبيهي ينجم عن دخول الطعام في الفم أو رد فعل نفساني بمجرد رؤية أو شم أو حتى التفكير بالطعام ، وهذا يسبب أن ينقل التنبيه الى مراكز اللعاب في المخ فترد الاشارات للغدد العصبية مسببة افراز اللعاب منها والذي قد يصل حوالي لتر (١٠٠٠ سم٣) يوميا ٠ أما فائدة اللعاب فنوجزها بما يلي :

أ ـ ترطيب الكتلة الغذائية ليسهل مضغها وابتلاعها ٠

ب ـ يساعد في انزلاق اللقمة الغذائية لاحتوائه على مادة الميوسين ٠

ج ـ يذيب بعض المواد الصلبة والاملاح المعدنية ٠

د ـ تساعد في تعديل تأثير المواد الحمضية على الاسنان الناتجة عن عمل البكتيريا لان درجة حموضة اللعاب ما بين ٦ ـ ٧ ٠

هـ ـ اللعاب يحتوي على أنزيم الاميليز الذي يؤثر على المواد النشوية المطبوخة ويحولها الى سكر المالتوز ٠

و ـ يذيب اللعاب بعض مواد الكتلة الغذائية مما ينبه اعصاب التذوق وبالتالي يستطيع اللسان تذوق الغذاء ٠

٢ ـ البلعوم : Pharynx

أنبوبة عضلية قصيرة طولها حوالي ١٢ سم يتجه الى اسفل ، وجدرانه مزودة بعضلات هيكلية ومبطن بنسيج طلائي مهدب غالبا ، ويعمل كحلقة وصل بين الفم والمرىء ، وتتصل به سبع فتحات هي :

أ ـ فتحة تجويف الفم ٠

ب ـ فتحتا الانف الداخليتان ٠

ج ـ فتحتا قناتي استاكيوس ٠

د ـ فتحة الحنجرة ٠

هـ ـ فتحة المرىء ٠ ويمتد من البلعوم قناتان : قناة المرىء والقناة الهوائية التي تتالف من الحنجرة والقصبة الهوائية وهو بذلك ملتقى للمر الغذائي والمر التنفسي ٠

وظيفة البلعوم يساعد في ابتلاع الطعام وتحويله الى المرىء ، يبدأ البلع من اللسان فيدفع اللقمة الغذائية باتجاه البلعوم ومنه الى المرىء وفي هذا الاثناء لا بد أن تغلق فتحة الحنجرة بواسطة لسان المزمار وبالتالي يتجه الغذاء نحو المرىء ولا يدخل القصبة الهوائية ، أما عند التنفس فيكون لسان المزمار مرفوعا يسمح بدخول الهواء الى القصبة الهوائية فالرئتين ٠

٣ ـ المرىء : Esophagous

قناة انبوبية عضلية يبلغ طولها حوالي ٢٥ ـ ٣٠ سم ، تمتد خلف القصبة الهوائية فتخترق العنق والصدر ثم تمر عبر الحجاب الحاجز حتى تصل المعدة ٠ الجزء العلوي من المرىء يتركب من عضلات مخططة ارادية والسفلي يتركب من عضلات ملساء غير ارادية ، والعضلات هذه على نوعين طولية ودائرية وبالتالي تحرك المرىء حركة دودية تدفع وتوصل اللقمة الغذائية من البلعوم الى المعدة ٠

٤ ـ المعـــدة : Stomach

كيس عضلي مرن طولها حوالي ٢٥ سم وعرضها ١٠ سم توجد اسفل الحجاب الحاجز ، يتركب جدارها كبقية القناة الهضمية ، من أربع طبقات من الانسجة مرتبة من الخارج الى الداخل كما يلي :

أ ـ الطبقة البريتونية أو الليفية Peritoneal (Serous) Coat

ب ـ الطبقة العضلية Muscular Coat

جـ ـ الطبقة تحت مخاطية SubMucosal Coat

د ـ الطبقة المخاطية Mucous Coat وتبطن داخـل المعـدة ٠

والمعدة نفسها تقسم الى أربع مناطق هي :

١ ـ منطقة الفؤاد Cardiac Region وهي مقدمة المعدة تتصل بالمرىء وتحتوي على الغدد الفؤادية التي تفرز الميوسين ٠

٢ ـ منطقة القاع Fundic Region وهي الجزء المحدب من المعدة تحتوي على الغدد الاساسية في المعدة وهي :

أ ـ خلايا الجسم الرئيسية Body Chief Cells وتفرز الانزيمات المعدية ٠

ب ـ خلايا العنق الرئيسية Neck Chief Cells وتفرز مادة الميوسين ٠

جـ ـ خلايا جدارية Parietal Cells وتفرز حامض الهيدروكلوريك ٠

٣ ـ جسم المعدة Stomach Body ويشمل الجزء المركزي أو الاوسط للمعدة وتحوي بعض الغدد الجدارية ٠

٤ ـ منطقة البواب Pyloric Region وهو جزء المعدة الذي يتصل بالامعاء وتفرز مادة الميوسين وكمية قليلة من الانزيمات المجزئة للبروتينات٠ عند وصول الطعام المعدة تختلط اللقمة الغذائية بحامض الهيدروكلوريك اختلاطا جيدا يقف عندها نشاط انزيم الاميليز نظرا لتغير الوسط من وسط قاعدي الى وسط حامضي ٠ وللمعدة أهمية خاصة في هضم الغذاء وهي كما يلي :

١ ـ خزن مؤقت للغذاء ٠

٢ ـ افراز العصارة المعدية Gastric Juices بفعل تنبيه ميكانيكي كوصول الغذاء للمعدة ، أو تنبيه من اشارات عصبية مخية أو تنبيه هرموني ، وتتالف العصارة المعدية بالاضافة الى الماء وبعض الاملاح مما ياتي :

أ ـ حامض الهيدروكلوريك HCl وترجع أهميته الى :

١ ـ يهيىء الوسط الحامضي لعمل الانزيمات الهاضمة في المعدة ، كما يحول الانزيمات غير النشيطة الى أنزيمات نشيطة ٠

٢ ـ يؤثر الحامض على البروتينات ويحولها الى صورة اسهل هضما ٠

٣ ـ يعمل على تحليل السكريات خاصة الثنائية تحليلا مائيا ·

٤ ـ له تأثير مطهر اذ يعمل على القضاء على كثير من الميكروبات التي قد تدخل مع الطعام ·

ب ـ الانزيمات الهاضمة ، من هذه الانزيمات ما يلي :

١ ـ انزيم البيسين Pepsin يعمل في وسط حامضي ويفرز عادة بحالة خاملة على صورة ببسينوجن Pepsinogen يؤثر عليها حامض الهيدروكلوريك وينشطه الى انزيم البيسين الذي يؤثر على البروتينات ويحللها الى مكوناتها الاصلية ـ الاحماض الامينية ·

٢ ـ انزيم الرنين Renin وهو انزيم خاص بصغار الثدييات خاصة صغار العجول الرضيعة ، يعمل في الوسط المتعادل ولذلك فانه لا يعمل الا في معدة الاطفال حيث يكون الوسط قريبا من التعادل ، وهو يعمل على تخثر بروتين الحليب وبالتالي يبقى مدة اطول في المعدة ·

٣ ـ انزيم الليباز Lipase وهو انزيم خاص في الحيوانات التي تتغذى خاصة على اللحوم ، ويوجد في العصارة المعدية بكميات قليلة لذلك يعتبر غير هام نسبيا وتأثيره في المعدة ضئيل ، وان وجد يعمل على تحليل الدهون الى احماض دهنية وجلسرين ·

جـ ـ مادة الميوسين Mucin ان انفراد المعدة بافراز حامض الهيدروكلوريك لا يزال أمرا غامضا خاصة وأن الاحماض المركزة تتلف وتحطم المواد العضوية ولذلك قد يتبادر للذهن لماذا لا يهضم جدار المعدة بفعل افرازاتها ؟ ان افراز المعدة لمادة الميوسين يعمل على حماية جدران المعدة من الجروح الميكانيكية والكيماوية · وبالتالي تمثل طبقة واقية للمعدة ، وعليه اذا ما فشلت المعدة بافراز هذه المادة فان ذلك يسبب تآكلا في خلاياها وانسجتها وبالتالي تسبب ما يعرف بقرحة المعدة Peptic Ulcer

٣ ـ تتحرك جدران المعدة الرئيسية حركة دودية ذاتية تعمل على تجزئة الكتلة الغذائية حتى يتم خلطها جيدا بالعصارة المعدية وكذلك تسهيل تمريرها الى الامعاء الدقيقة ٠

٥ ـ الامعاء الدقيقة : Small Intestine

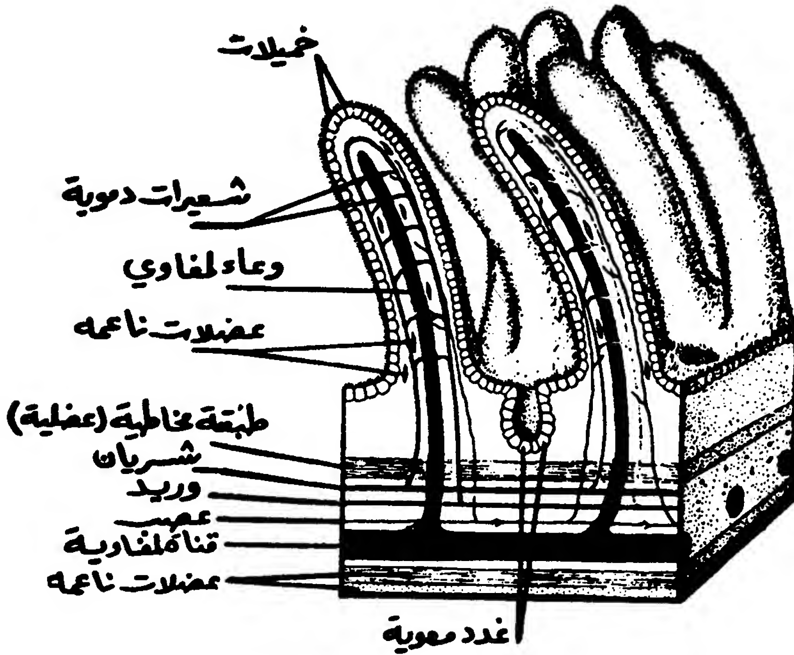
انبوبة عضلية طويلة كثيرة الالتواء تشغل حيزا كبيرا من الفراغ البطني وتبدأ من منطقة البواب للمعدة حتى بداية الامعاء الغليظة ، ويبلغ طولها حوالي ٥ ـ ٦ أمتار ، وتقسم الى ثلاثة اقسام (لاحظ الشكل ١٢ ـ ٤) هـي :

١ ـ الاثنا عشر Duodenum وهو الجزء الاول من الامعاء الدقيقة ، يقع بعد المعدة وطوله حوالي ٢٠ ـ ٢٥ سم ويبدو ملتويا على شكل حرف C وله دور كبير في عملية هضم الغـذاء حيث تصب فيـه افرازات الكبد والبنكرياس ٠

٢ ـ الصائم Jejunum وهو الجزء الذي يلي الاثنا عشر أو الجزء الاوسط من الامعاء الدقيقة ويبلغ طوله حوالي ٢٥٠ سم ٠

٣ ـ اللفائفي Ileum وهو الجزء الاخير من الامعاء يقع بعد الصائم ويتصـل بالامعـاء الغليظة عنـد منطقة الأعـور ويبلغ طـوله حـوالي ٣٣٠ سم ٠

تتصف الامعاء الدقيقة ، من الناحية التشريحية ، باحتوائها على ثنيات كثيرة التجاعيد باعداد هائلـة بارزة كاصابع اليـد تسمى خملات Villi كما يظهر نتوءات سيتوبلازمية على سطح النسيج الطلائي المعوي تسمى خميلات Microvilli ، وتحتوي كل خميلة على شريان ووريد دقيق وقناة لبنية (لمفاوية) مع شبكة اتصال وعائية دقيقة جدا ، تعمل الخملات على زيادة مساحة السطح الهاضم والسطح الماص للامعاء وبالتالي تصبح عمليتا الهضم والامتصاص اكثر فعالية (الشكل ١٢ ـ ٥) ٠



الشكل ١٢ - ٥
خملات الأمعاء [Curtis, 1977, p.393]

ينظم بواب المعدة الكتلة الغذائية Chyme وهي على هيئة سائل غليظ القوام ، مرورها الى الاثني عشر وتتعرض لتغييرات هامة أثناء مرورها في الامعاء نتيجة لتعرضها للعصارات الهاضمة من البنكرياس والكبد والامعاء وهي كما يلي :

أولا : العصارة البنكرياسية Pancreatic Juices البنكرياس غدة تقع اسفل المعدة بين ثنيتي الاثني عشر ، يبلغ طولها حوالي ٢٠ سم ، تفرز عصارتها بتأثير هرموني وآخر عصبي ، وتبلغ حجم العصارة البنكرياسية ما بين ١٢٠٠ ـ ١٥٠٠ سم^{٣} يوميا ، وهي عصارة عديمة اللون درجة حموضها (PH) تساوي ٨ تحتوي على مركبات غير عضوية (١٪) أهمها بايكربونات الصوديوم مما يعطيها قوة قلوية لمعادلة العصارة

المعدية الحامضية · تحتوي العصارة البنكرياسية أنزيمات تؤثر على المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية تصبها في الاثني عشر عبر قناة مشتركة ناتجة من اتحاد قناة البنكرياس والقناة الصفراوية ، والانزيمات هـــي :

١ ـ أنزيمات تؤثر على المواد الكربوهيدراتية وهي :

أ ـ الاميليز Amylase يؤثر على النشأ فيحوله الى دكسترين ثم الى سكر ثنائي مالتوز ·

ب ـ المالتيز Maltase ويحول سكر المالتوز الى جلوكوز ·

جـ ـ السكريز Sucrase ويحول سكر السكروز الى جلوكوز وفركتوز ·

٢ ـ أنزيمات تؤثر على المواد الدهنية وهي :

أ ـ الليباز Lipase ويحول المواد الدهنية الى احماض دهنية وجلسرين ·

٣ ـ انزيمات تؤثر على المواد البروتينية وهي :

أ ـ التربسينوجن Trypsinogen وهو صورة غير نشطة لانزيم التربسين ينشط بفعل انزيم Enterokinase ويتحول الى صورة نشطة ـ أنزيم تربسين الذي يؤثر على المواد البروتينية والببتونات ويحولها الى احماض أمينية ·

ب ـ الكيموتربسين Chemotrypsin وهو صورة غير نشطة في الاثني عشر يعمل على تنشيط أنزيم تربسين ويؤثر على المواد البروتينية والببتيدات ويحولها الى احماض أمينية ·

جـ ـ الكربوكسي ببتيديــز Carboxypeptidase ويؤثــر على الببتيدات ويفصل منهــا الاحماض الامينية الطرفية مــن جهــة مجموعة الكربوكسيل ·

ثانيا : العصارة المعوية Intestinal Juices تحتوي الامعاء الدقيقة على نوعين من الغدد :

١ ـ غدد الاثني عشر أو غدد برونر Bruner's Glands وتوجد في الاثني عشر وتنتشر في طبقة تحت المخاطية وتفرز مادة الميوسين التي تعمل على حفظ الغشاء المخاطي للاثني عشر بما فيه الامعاء من الاضرار الميكانيكية أو الكيماوية التي قد تنشأ عن مرور الكتلة الغذائية الحامضية الخارجة من المعدة ، كما تعمل على ترطيب الكتلة الغذائية وانزلاقها داخل الامعاء ·

٢ ـ الغدد المعوية Intestinal Glands وتنتشر هذه الغدد في الطبقة المخاطية وتفرز عصارة قد يصل حجمها ثلاثة لترات يوميا نتيجة لعدة مؤثرات أو تنبيهات سواء كانت تنبيها ميكانيكيا لمجرد ملامسة الكتلة الغذائية للغشاء المخاطي أو تنبيها عصبيا أو هرمونيا · من الانزيمات الهاضمة التي تحتويها العصارة المعوية ما يلي :

١ ـ المالتيز Maltase ويحلل سكر المالتوز الى جلوكوز ·

٢ ـ السكريز Sucrase ويحلل سكر السكروز الى سكريات احادية جلوكوز وفركتوز ·

٣ ـ اللاكتيز Lactase ويحلل سكر اللاكتوز الى جلوكوز وجلاكتوز ·

٤ ـ الأميليز Amylase ويحول النشأ الى دكسترين ثم الى مالتوز·

٥ ـ ببتيديز Peptidase ويحول الببتيدات الى احماض أمينية ·

٦ ـ انتروكينيز Enterokinase وينشط انزيم البنكرياس Trypsinogen ويحوله الى تربسين Trypsin الذي يؤثر على البروتينات المحللة جزئيا الى ببتيدات ثم الى احماض أمينية ·

٧ ـ بولي نكليوتيديز Polynucleotidase ويحول الاحماض النووية الى Mononucleotides ·

٨ ـ نكليوتيديز Nucleotidase ويحول Mononucleotides الى Nucleosides ·

٩ ـ نكليوسيديز Nucleosidase ويحـول Nucleosides الى قواعد نيتروجينية بيورينات Purines وبرميدينات Pyrimidines وبنتوز · ومما يساعد على مزج هذه الانزيمات بالكتلة الغذائية امتزاجا جيدا هو حركة الامعاء الدقيقة نفسها حركة دودية Peristalsis مما يسهل خلط الانزيمات والعصارات الهاضمة بالكتلة الغذائية وبالتالي يسهل عمل الانزيمات ·

ثالثا : الكبد Liver وهو اكبر غدة في جسم الانسان ، يوجد تحت الحجاب الحاجز مباشرة في الجهة اليمنى من البطن ، ويعتبر من أهم الاعضاء في التمثيل الغذائي في جسم الانسان ، وهو مقسم الى فصين كبيرين الايمن والايسر وفصين صغيرين بينهما · ودور الكبد في الجسم يتلخص فيما يلي :

١ ـ يفرز الكبد عصارة خاصة تسمى الصفراء Bile تمر في قناة الكبد Hepatic duct الى القناة العامة وتخزن في كيس كمثرى الشكل اسفل الكبد يسمى الحوصلة الصفراوية (المرارة) Gall Bladder ، وتمر العصارة الصفراوية الى الاثني عشر عن طريق القناة الصفراوية Bile Duct التي تفتح قرب بواب المعدة ، والصفراء سائل اصفر مخضر يحتوي على املاح معدنية وميوسين وكوليستيرول واملاح الصفراء واصباغ الصفراء التي تعطي الصفراء اللون المميز لها · وتؤدي الصفراء وظائف هامة هي :

أ ـ لها دور هام في هضم الدهون ، حيث تعمل على خفض قوة الجذب السطحي بين جزيئات الدهون وتحولها الى مستحلب دهني لذا يزداد السطح المعرض من الدهون لفعل انزيم الليباز Lipase ·

ب ـ تتحد مع بعض المركبات الدهنية غير القابلة للذوبان في الماء كحامض الاسيتاريـك والكوليستيرول والفيتامينات الذائبة في الدهـون لتحولها الى مركبات ذائبة في الماء يسهل امتصاصها ·

جـ ـ تعمل على تحويل الوسط الغذائي من وسط حامضي الى وسط قاعدي وذلك بالتعاون مع العصارة البنكرياسية وبالتالي تهيىء الوسط المناسب لفعل الانزيمات في الاثني عشر .

د ـ التخلص من بعض المواد التي لا حاجة للجسم بها مثل صبغات الصفراء التي هي نواتج هدم الهيموجلوبين ، حيث أن كرات الدم الحمراء عندما تهرم ينفصل منها الحديد ليحتفظ به الجسم بينما بقية المواد تتحول الى مواد ملونة هي صبغات الصفراء لا تلبث أن تخرج مع البراز خارج الجسم ، كما يمكن التخلص من بعض المعادن السامة كالنحاس فيمر مع الصفراء الى الامعاء وأخيرا مع البراز خارج الجسم .

هـ ـ العصارة الصفراوية مع العصارات الاخرى تحول دون تعفن الاطعمة في الامعاء وبالتالي تحول دون الامساك .

٢ ـ يعمل الكبد على هدم وتحطيم السموم التي تمتص في الامعاء وبالتالي يساهم في تنقية الدم منها كما في هدم الكحول وتحطيم المواد الكيماوية الاخرى .

٣ ـ حفظ نسبة السكر في الدم ثابتة أو العمل على تنظيمها فيتحول السكر الزائد الى جلايكوجين يخزن في الكبد ويعمل على تحليله عند انخفاض نسبة السكر في الدم .

٤ ـ يعمل على فصل المجموعة النيتروجينية (الامينية) NH_2 من الاحماض الامينية ويحولها الى فضلات تسمى يوريا Urea لا تلبث أن تطرد خارج الجسم عن طريق الكليتين .

٥ ـ يصنع موادا معينة تساعد في تجلط الدم ، فخلايا الكبد عامل مهم في تكوين مادة بروثرومبين (بوجود فيتامين K) والتي بدورها تساهم في تجلط الدم .

٦ ـ مركز هام لتخزين الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهون والاملاح المعدنية .

٦ ـ الامعاء الغليظة : Large Intestine

قناة واسعة عضلية طولها حوالي ١٦٠ سم ، تختلف عن الامعاء الدقيقة بأنها أقصر ولا تحتوى على خملات ، يتركب جدارها من عضلات طولية وأخرى دائرية ، تنتشر الغدد المخاطية على امتداد الامعاء في الطبقة المخاطية للامعاء ، وتقسم الامعاء الغليظة (لاحظ الشكل ١٢ ـ ٤) الى الاجزاء التالية:

١ ـ الاعور Cecum كيس قصير وسميك طوله حوالي ٦ سم يقع تحت نقطة اتصال الامعاء الدقيقة بالغليظة ٠

٢ ـ الزائدة الدودية Vermiform Process (Appendix) زائدة رفيعة مغلقة تتصل بالاعور تقع في الجهة اليمنى من الفراغ البطني طولها حوالي ١٢ سم ، لكنها تعتبر في الانسان عضوا أثريا لا وظيفة لها تلتهب احيانا وتزال ، وهي مع الاعور لهما أهمية كبيرة في هضم الغذاء خاصة في الحيوانات آكلة الاعشاب ٠

جـ ـ القولون Colon يلي الاعور ويمتد في البطن على شكل n ويتألف من : القولون الصاعد Ascending Colon والقولون المستعرض Transverse Colon والقولون النازل Descending Colon الذي ينتهي بجزء ملتوعلى شكل S يسمى القولون الاسية Sigmoid Colon ٠

د ـ المستقيم Rectum وهو الجزء الأخير من الامعاء الغليظة ، قصير وأرفع من الامعاء الغليظة ، فيه تتجمع الفضلات وتتعفن استعدادا لطردها خارج الجسم على شكل براز Feces من فتحة الشرج Anus ٠

أما دور الامعاء الغليظة في هضم الغذاء فتختلف حسب نوع الحيوان وغذائه ، وفي الانسان يمكن القول بأن ليس لها دور في هضم الطعام لأن عملية الهضم تكون قد تمت بوصول الغذاء للامعاء الغليظة ، الا أن أهميتها تقتصر على ما يلي :

١ ـ امتصاص الماء وبعض الغازات ، سواء الماء الداخل للجسم عن طريق الشراب أو الماء المفرز مع العصارات الهاضمة خلال عملية الهضم

خاصة وأن كمية كبيرة من الماء تستخدم في عملية الهضم ، ولهذا فان عدم امتصاص الماء يعني جفاف الجسم وتعرض الانسان لخطر الموت ٠

٢ ـ انتاج المخاط من الغدد المخاطية للامعاء الغليظة ، هذا المخاط مع الحركة الدودية للامعاء يسهل مرور فضلات الطعام الى الخارج ٠

٣ ـ تخزين المواد غير المهضموة (الفضلات ـ البراز) والعمل على تعفنها بواسطة بكتيريا الامعاء حتى حين طردها خارج الجسم ٠

الامتصاص : Absorption

بانتهاء عملية هضم الطعام تكون المواد الغذائية الرئيسية قد تفككت وتحللت الى عناصرها الاولية كما يلي٠:

١ ـ تتحلل المواد الكربوهيدراتية الى عناصرها الاولية ـ السكريات ٠

٢ ـ تتحلل المواد الدهنية الى عناصرها الاولية ـ الاحماض الدهنية والجلسرين ٠

٣ ـ تتحلل المـواد البروتينية الى عناصرها الاوليـة ـ الاحماض الامينية ٠

بالنسبة لامتصاص هذه المواد الغذائية يمكننا القول أن الامتصاص يكاد يكون معدوما في الفم والمرىء ، أمـا في المعدة فقـد يحدث امتصاص للماء والاملاح البسيطة ومواد أخرى كالكحول والعقاقير الاخرى ٠ والمكان الطبيعي لعملية امتصاص المواد الغذائية المهضومة هي الامعـاء الدقيقة فهي مهياه تشريحيا لامتصاص الغذاء اذ تحتوي كما سبق أن ذكرنا ، على خملات كثيرة جدا تزيد مساحة سطح الامتصاص ، وكل خميلة تحتوي على ثلاثة أنواع من الشعيرات : شعيرات شريانية ، وشعيرات وريدية ، وشعيرات لمفاوية ، وعليه يتم امتصاص نواتج الهضم في الخملات عن طريقين :

أ ـ يتم امتصاص السكاكر الاحادية (خاصة الجلوجوز والجلاكتوز) والاحماض الامينية والاملاح المعدنية عن طريق الشعيرات الدموية الوريدية مارة بالكبد ومنه الى الوريد الاجوف السفلي فالقلب ٠

ب ـ يتم امتصاص الاحماض الدهنية والجلسرين بواسطة الشعيرات اللمفاوية في الخمائل التي تتحد لتكون وعاء لمفاويا يصب أخيرا في الوريد الاجوف العلوي فالقلب · وبوجه عام ، كلما زاد تركيز المـواد في الكتلة الغذائية المهضومة مع اوزان جزيئية صغيرة كلما سهل ذلك من عملية الامتصاص الى الخملات ، لكن يحدث احيانا أن يكون تركيز المواد الغذائية أقل منه في الخملات (الوسط الغذائي يتميز بانخفاض تركيز المواد الغذائية المهضومة) عندها لا بد أن يتم امتصاص الغذاء المهضوم عن طريق ما يعرف بالنقل النشط ، وفيها يجري امتصاص جزيئات الغذاء ضد تركيز أعلى حتى يمكن للانسان الاستفادة ما أمكن من الغذاء المهضوم لأن الاعتماد على امتصاص الغذاء عن طريق الانتشار البسيط والاسموزي غير كاف لاستمرار الحياة ، هذه الطريقة (النقل النشط) تختلف عن الاولى بأنها تستلزم طاقة ، والنظرية التي تفسر آلية النقل النشط عبر الاغشية تقترح أن جزيئات الغذاء المنقولة ترتبط مع «حامل» من البروتين أو الدهون ، أو انزيم خاص ينقلها الى داخل الخلايا ·

أما ما تبقى من الكتلة الغذائية فيمر الى الامعاء الغليظة ، اذ يجرى هناك امتصاص كميات كبيرة من الماء لحفظ مستوى الماء في الجسم ثابتا وبالتالي تجنب جفاف الجسم وتعرضه لخطر الموت ، أما المواد غير المهضومة فتتجمع على شكل مواد صلبة تتعفن بفعل البكتيريا وتخزن لمدة معينة في المستقيم تطرح خارج الجسم على شكل براز في الوقت المناسب ، ويستغرق الغذاء من تناوله حتى خروج الفضلات مدة من الزمن تختلف حسب متغيرات كثيرة ، وقد تستغرق الرحلة حوالي ١٢ ـ ١٤ ساعة في الاحوال العادية ·

ومما يجدر ذكره أن معظم نواتج الامتصاص تمر مع الدم مباشرة الى الكبد الذي ينظم حاجات الجسم منها ويتلف أية مواد سامة قد تمتص من القناة الهضمية ، وعليه فالمواد الغذائية التي يستفيد منها الجسم تدخل بعد ذلك خطوات التحول الغذائي (الايض) Metabolism وهو يشمل عمليتين متعاكستين هما :

١ ـ عملية البناء Anabolism وهي عكس عملية هضم الغذاء ، وفيها تحول المواد الغذائية البسيطة التراكيب الى مواد معقدة تدخل ضمن تركيب الجسم ، وعليه تتحول السكاكر الى مواد نشوية تخزن على شكل جلايكوجين في الكبد والعضلات ، وتتحول الاحماض الدهنية والجلسرين خلال خطوات كيميائية معقدة الى مركبات دهنية تخزن في مناطق مختلفة من الجسم خاصة تحت الجلد ، وتتحول الاحماض الامينية الى مواد بروتينية تضاف الى بروتينات الجسم ٠

٢ ـ عملية الهدم Catabolism وفيها تهدم أو تحترق (تتأكسد) المواد الغذائية الممتصة وتحلل الى مواد بسيطة جدا لغرض انتاج الطاقة لاستخدامها في مختلف النشاطات الحيوية في الجسم من نمو وتغذية وحركة ٠٠٠ وتكاثر ٠ واذا زادت عملية البناء على عملية الهدم فان ذلك يسبب زيادة في وزن الجسم ، واذا حدث العكس ، أي زادت عملية الهدم على عملية البناء ينقص وزن الجسم ، وان تساوت العمليتان فان وزن الجسم يبقى ثابتا ٠

الفصل الثالث عشر

الجهاز البولي Urinary System

كي يبقى الانسان أو الكائن الحي على قيد الحياة لا بد له أن يتناول المواد الغذائية على اختلاف أنواعها وصورها ، كما لا بد له من أخذ الاكسجين ليتم أكسدة هذا الغذاء لانتاج الطاقة اللازمة لنشاطاته الحيوية ، ونتيجة لذلك يتكون في الجسم مواد كيماوية تغير التركيب والتوازن الطبيعي لخلايا وأنسجة الجسم المختلفة خاصة التركيب الكيماوي للدم ، فحتى يحافظ الجسم على توازنه البيولوجي والفسيولوجي لا بد للجسم أن يتخلص من هذه المواد (الفضلات) والتي تكون اما ضارة في الجسم ان بقيت فيه أو زائدة عن حاجته أو عديمة الفائدة ، والعملية التي يتم التخلص بها من الفضلات تسمى الاخراج Excretion والجهاز المباشر المسؤول عن ذلك هو الجهاز البولي بالتعاون مع اجهزة واعضاء أخرى كالجلد وجهاز التنفس والجهاز الهضمي والغدد العرقية ·

وكذلك بروتوبلازم الخلية ، له نظام معين خاص لا بد من المحافظة عليه في اتزان ، ولما كانت هذه الخلايا ليس لها اتصال مباشر مع المحيط الخارجي اذن لا بد من أن تملك جهازا معينا يحافظ على اتزانها الكيماوي والفيزيائي أي لا بد من المحافظة على التوازن المائي والاسموزي في أنسجة الجسم المختلفة · وعليه لا بد من التخلص من المواد أو الفضلات الناتجة من عمليتي الهضم والتنفس ، خاصة ثاني اكسيد الكربون CO_2 والفضلات النيتروجينية والمواد الاخرى التي لو بقيت ربما تسبب ضررا للجسم عن طريق اختلال توازنه الكيميائي والفيزيائي · والجهاز البولي يلعب دورا هاما في حفظ توازن خلايا وأنسجة الجسم في طريقه أو اكثر كما يأتي :

١ ـ افراز البول وبالتالي التخلص من الماء الزائد عن حاجة الجسم ·

٢ ـ التخلص من المواد النيتروجينية على شكل يوريا Urea (الانسان) مع البول ·

٣ ـ التخلص من الاملاح المعدنية الزائدة عن حاجة الجسم وبالتالي التوازن الاسموزي لخلايا الجسم ٠

٤ ـ عزل المواد الغريبة التي قد تدخل تيار الدم كالسموم والعقاقير الاخرى ٠

يتركب الجاز البولي (الشكل ١٣ ـ ١) من الاعضاء التالية :

١ ـ الكليتان Kidneys

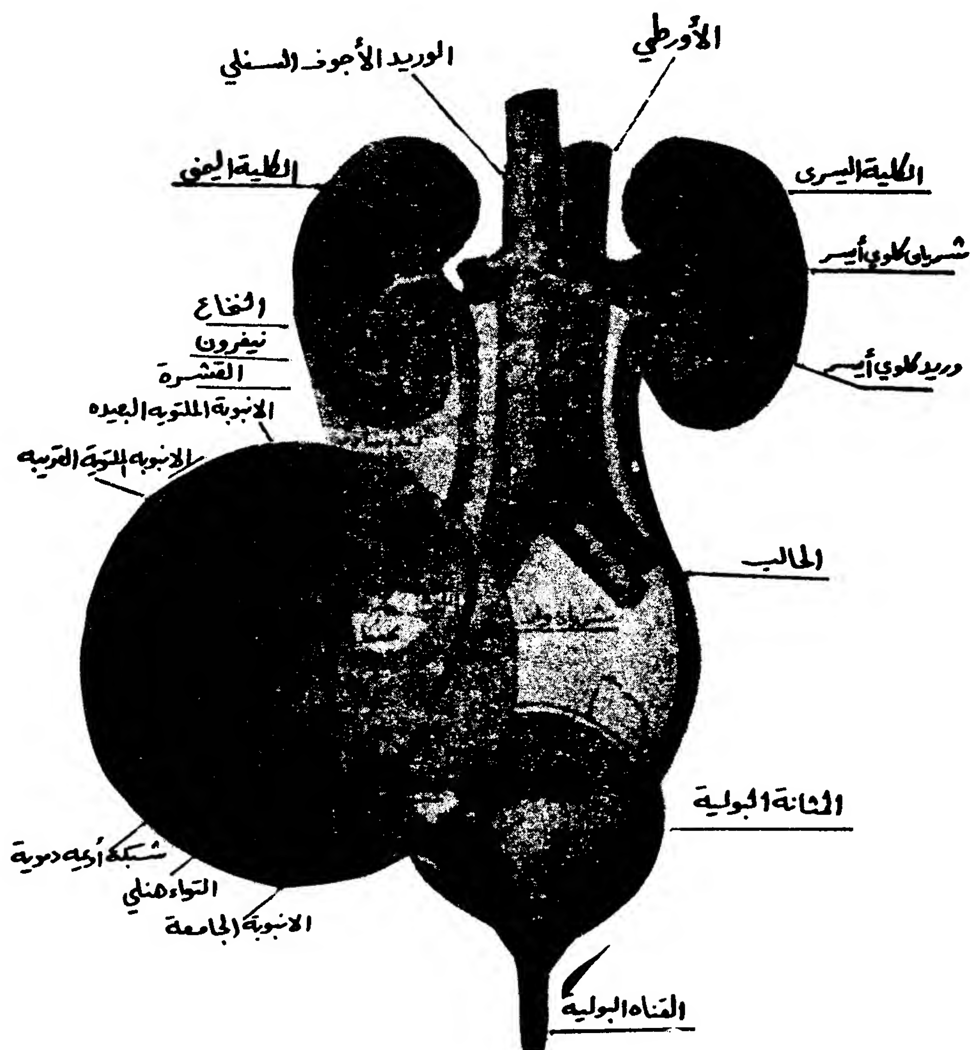
للانسان كليتان موجودتان في الجهة الظهرية من تجويف البطن على جانبي العمود الفقري ، وتكون الكلى مدفونتان في أنسجة شحمية تعمل على تثبيتهما في مكانهما باستمرار ، وغالبا ما تكون الكلية اليسرى أعلى قليلا من الكلية اليمنى عند معظم الاشخاص ٠ تشبه الكلية حبة الفاصوليا في شكلها ويبلغ طولها حوالي ١٢ سم وعرضها ٦ سم وسمكها ٣ سم تقريبا ، والسطح الخارجي للكلية محدب والداخلي مقعر في وسطه سره تتصل به قناة الحالب والاوعية الدموية والاعصاب الصادرة والداخلة للكليتين ٠

ان قطاعا طوليا في الكلية يبين أن نسيج كل كلية (لاحظ الشكل ١٣ ـ ٢ ـ أ) يتكون من :

أ ـ القشرة Cortex وهي منطقة خارجية داكنة اللون الاحمر لاحتوائها على أوعية دموية كثيرة ٠

ب ـ النخاع Medulla وهي الجزء الداخلي من الكلية ، يمتد نحو الداخل مكونا امتدادات هرمية الشكل تدعى اهرامات ملبيجي Malpighian Pyramids ويحيط النخاع بفراغ أو تجويف داخلي يعرف بحوض الكلية Kidney Pelvic ويتصل بحوض كل كلية أوعية دموية رئيسية هي :

١ ـ الشريان الكلوي Renal Artery ويحمل الدم المؤكسد لتغذية الكلية ٠



الشكل ١٢ - ١

الجهاز البولي [Wilson et al., 1972, p. 240]

٢ ـ الوريد الكلوي Renal Vein ويجمع الدم غير المؤكسد من الكلية ويصبه في الوريد الاجوف السفلي ومنه للقلب ٠

كما يخرج من الكلية قناة الكلية ويسمى الحالب Ureter ينقل البول من الكليتين الى المثانة البولية Urinary Bladder ٠

أما من الناحية التشريحية الميكروسكوبية فتتركب كل كلية من وحدات انبوبية صغيرة جدا تسمى الوحدات الكلوية أو النيفرونات Nephrones (لاحظ الشكل ١٣ ـ ١) ٠ والنيفرون هي وحدة التركيب والوظيفة في الكلى ، وتبدأ النيفرون في منطقة القشرة وتمتد الى منطقة النخاع ، وتحتوى كل كلية ما يزيد عن مليون من النيفرونات وهو عدد يفوق حاجة الكلية ذلك لأن بعضها يتعطل ويفسد لدرجة يمكن استئصال احدى الكليتين اذا بقيت الكلية الاخرى طبيعية ٠

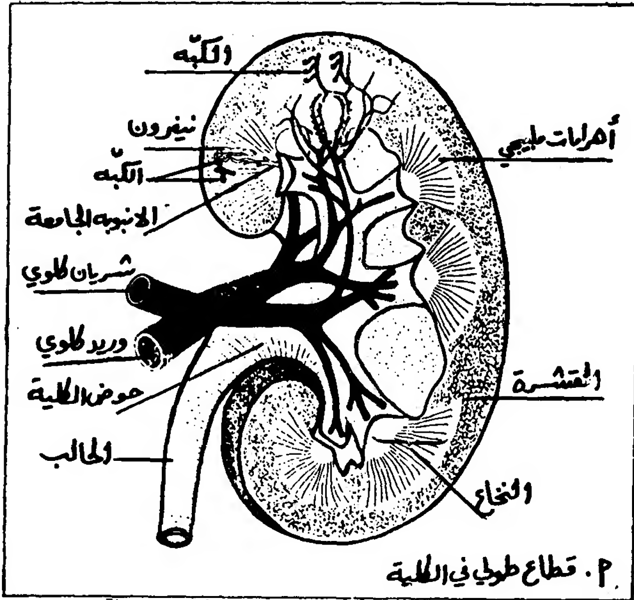
تتركب كل وحدة كلوية أو نيفرون (الشكل ١٣ ـ ٢ ـ ب) من الاجزاء التالية :

١ ـ محفظة بومان Boman's Capsule كيس مزدوج الجدران يحصر مجموعة كبيرة من الشعيرات الدموية يطلق عليها الكبة Glomerulus والكبه تقع بين شريانين دقيقين هما : الشريان الوارد Afferent Arteriole وهو فرع دقيق من الشريان الكلوي يجلب الدم الى الكبة ، والثاني الشريان الصادر Efferent Arteriole ويحمل الدم بعيدا عن الكبة أو المحفظة ككل ٠

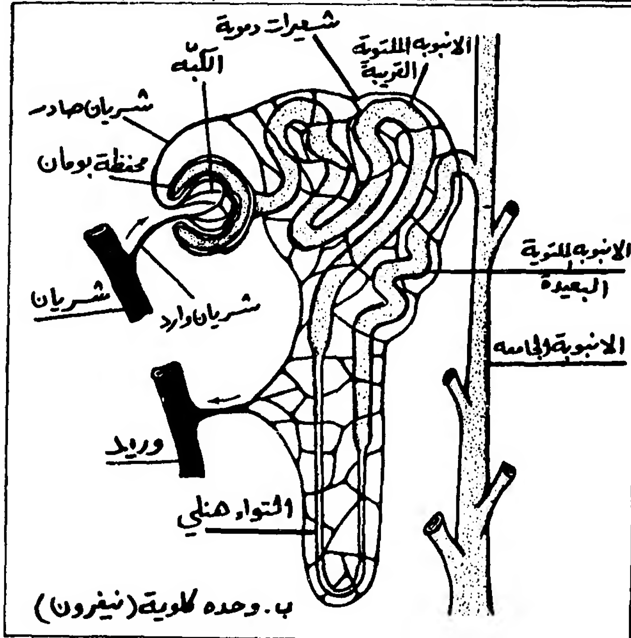
٢ ـ انبوبة النيفرون Nephric Tubule أنبوبة خيطية رفيعة جدا وملتوية تتميز الى الاجزاء التالية :

أ ـ الانبوبة الملتوية القريبة Proximal Convoluted Tubule وتشكل الجزء الاول من انبوبة النيفرون وتوجد في قشرة الكلية ٠

ب ـ التواء هنلي Henle's Loop انحناء رفيع جدا على شكل حرف U ٠



٩. قطاع طولي في الكلية



ب. وحده كلوية (نيفرون)

الشكل ١٢ - ٢

٩. قطاع طولي في الكلية ب. وحده كلوية (نيفرون)
[Harrold Π . 1977 . PP. 565-566]

جـ ـ الانبوبة الملتوية البعيدة Distal Convoluted Tubule

وتشكل الجزء الثالث من انبوبة النيفرون وتوجد في قشرة الكلية ، وتصب هـذه الانبوبة مـع نظيراتها في انبوبة واسعة تدعى الانبوبة الجامعـة Collecting Tubule التي تفتح بالقرب من اهرامات ملبيجي حيث تفرغ محتوياتها في حوض الكلية ، الحوض الذي يجمع البول قبل أن يمر الى الحالب والمثانة البولية ٠

٢ ـ الحالبـــان Ureters

الحالب انبوبة رفيعة يبلغ طوله حوالي ٣٠ سم وسمكه سمك قلم الرصاص ، يعمل على توصيل البول من حوض الكلية الى المثانة البولية ٠

٣ ـ المثانة البولية Urinary Bladder

كيس عضلي ذو جدر عضلية قوية موجودة في تجويف الحوض ، تستخدم لخزن البول بشكل مؤقت حتى حين تفريغه ، يتكون جدر المثانة من عضلات ملساء يضيق الجزء السفلي منها ويكون ما يعرف بعنق المثانة التي تتميز باحتوائها على عضلات دائرية عاصرة تتحكم في اخراج البول ، وللمثانة القدرة على الانقباض والانبساط لدرجة انهـا تتسع في المعدل لحوالي لتر من البول في وقت واحـد ، وللمثانة ثلاث فتحـات ، فتحتان تتصلان بالحالبين والفتحة الثالثة تفتح على الفتحة البولية ٠

عندما تمتلىء المثانة بالبول ، حوالي ٣٠٠ سم^{٣} بول في العادة ، يحدث لجدرانها انقباضات متوالية انذارا باخراج محتوياتها ، وعند التبول تنقبض عضلاتها وترتخي العضلة العاصرة فيمر البول في مجرى القناة البولية Urethera ثم عن طريق الفتحة البولية (تختلف في الذكر والانثى) الى الخارج ٠

عمل النيفرون وافراز البول :

كيف تقوم النيفرون أو النيفرونات بوظيفتها لافراز البول ؟ ان عملية تكوين البول تحدث على ثلاث مراحل هي :

١ ـ الترشيح Filteration بينا سابقا أن القلب يدفع الدم تحت ضغط معين ينشأ من انقباض وانبساط عضلة القلب ، ونظرا لاختلاف السمك أو القطر بين الشريان الوارد والشعيرات الدموية للكلية فانه يتكون ضغط عالي (قد يصل ٧٠ ملم زئبق) ينتج منه أن يرشح الجزء السائل من الدم خارج الشعيرات فينفذ خلال جدر محفظة بومان الى تجويفها ويسمى الراشح Filterate مع ملاحظة أن الدم لا يخسر بروتيناته حيث أن جدر الكبة منفذة للماء ولبعض الجزيئات الصغيرة ، ويتكون الراشح بمعدل ١٢٥ سم٣ في الدقيقة أي ما يعادل ٢٠٠ لترا يوميا ٠

٢ ـ اعادة الامتصاص Reabsorption عند مرور السائل الراشح عبر الانابيب البولية يحدث فيها امتصاص الماء خاصة في التواءات هنلي ولولا ذلك لتعرض الجسم الى نقص شديد في الماء وبالتالي تعرض لخطر الجفاف والموت ، لكن اعادة امتصاص الماء تحافظ على نسبة ماء الجسم ثابتة ويكون الامتصاص نتيجة لاختلاف في القوة الاسموزية ، كما يجري امتصاص انتخابي للمواد النافعة للجسم ومنها الاملاح المعدنية والاحماض الامينية والاحماض الدهنية والجلسرين والهرمونات والفيتامينات والسكر ، وامتصاصها يحتاج الى طاقة لانها عملية نقل نشط تعيدها أخيرا الى الدورة الدموية العامة في الجسم ٠

٣ ـ الافـراز Secretion بالاضافة الى اعـادة امتصاص كميات كبيرة من الماء والمواد النافعة الاخرى فان جدر الانابيب الملتوية البعيدة قـادرة على استخلاص بعض المـواد العضوية الغريبة أو بعض مخلفـات التمثيل الغذائي كمادة الكرياتينين Creatinine أو بعض السموم أو العقاقير الاخرى من الدم وتضاف هذه المواد الى سائل البول الذي يتجمع في حوض الكلية ومنه ينتقل عبر الحالب الى المثانة البولية حيث يتجمع البول هناك حتى حين التخلص منه عن طريق الفتحة البولية ٠

البـــــول : Urine

سائل اصفر اللـــون يحتوي على مخلفات التمثيل الغذائي للمـــواد البروتينية وبعض الاملاح المعدنية والصبغات الملونة ، له رائحة مميزة

تختلف حسب نوع الغذاء ، وهو ذو تأثير حامضي له درجة حموضة حوالي ٦ ، وتختلف كمية البول المفرزة يوميا حسب درجة الحرارة أو الفصل اذ يقل البول صيفا ويزداد شتاء (لماذا ؟) ، وقد تصل كمية البول ما بين ١ر٢ ـ ١ر٥ لتر يوميا ، وتحتوي على المركبات التالية :

أ ـ ماء ٩٦٪ ٠

ب ـ مواد صلبة ذائبة حوالي ٤٪ ٠

ومن هـــذه المــواد الصلبــة الفضـــلات النيتروجينية المسماة باليوريا (البولينا) Urea ، وهي تشكل حوالي ٤ر٢٪ من حجم البول ، وتعتبر اليوريا الصورة الرئيسية التي يتخلص بها الانسان من نواتج هدم المواد الغذائية البروتينية ، وكذلك بعض الاملاح المعدنية كالكلوريدات والفوسفات والكبريتات لعناصر مختلفة كالصوديـوم والبوتاسيـــوم والمغنيسيـــوم والكالسيوم والكرياتنين ٠

أما اليوريا ، فتدل التقارير العلمية أن الكبد هو المكان الاساسي لتكوينها في الجسم ، لذا فضعف الكبد أو الاضطراب في وظائفه الفسيولوجية يعني تراكم الاحماض الامينية في الدم ، حيث تتعرض هذه الاحماض الى ما يعرف كيميائيا بنزع الامين Deamination وفيها تنفصل مجموعة الامين NH 2 ومــا تبقى مــن الحامض الاميني (O, H, C) يتحــول الى جلايكوجين في الكبد ، ونتيجة لنزع الامين تتكون الامونيا NH 3 كناتج ثانوي ، وهي مادة سامة لا بد من التخلص منها فورا لكنها تحتاج الى كميات كبيرة من الماء لا يستطيع الكائن الحي التصرف بذلك الا اذا كان الماء متوفرا في بيئته ولا يشكل عاملا مَحددا لحياته كما في الكائنات الحية الصحراوية ، لكن الانسان ومعظم الثدييات الاخرى تلجأ الى طريقة اخرى اقتصادية للماء وذلك بتحويل الامونيا الى يوريا في الكبد ، وللتخلص منها تسير في الدورة الدموية حتى تصل الكليتين ويتم التخلص منها مع البول كما سبق الذكر ٠

للتركيب الكيماوي للبول أهمية كبيرة في عالم الطب ، فتحليل البول Urinalysis يعطي معلومـات طبية قيمـة حتى كان لوقت قريب التشخيص الاول للاستدلال على أمراض مختلفة ، فعلى سبيل المثال ـ لا الحصر ـ وجود نسبة معينة من السكر في البول تشير الى احتمالية اصابة الشخص بالمرض السكري ، وأن وجود الدم أو كريات الدم الحمراء مع البول تعطي اشارة الى وجود نزيف في مكان ما في أجزاء الجسم المختلفة ... وهكذا .

الفصل الرابع عشر

الجهاز التناسلي Reproductive system

كي يحافظ الانسان أو الكائن الحي على نوعه لا بد له من التكاثر أي انتاج أفراد مشابهه له ، فاذا كان الغذاء والتنفس والاخراج ... ضروريا للانسان فانه بحاجة الى التكاثر اكثر من ذلك ، فالحاجات الاولى انما تلبي رغبة الشخص وتحافظ عليه كفرد ، في حين التكاثر تحافظ على نوعه من الانقراض ، ولهذا نجد الدول اليوم تعتني بالكائنات الحية الحيوانية والنباتية للمحافظة عليها من الانقراض ، وعليه تصدر التعليمات والتنظيمات الادارية والقانونية لحماية الحيوانات خاصة تلك التي على وشك الانقراض ، وحفظ النوع يتم عادة بانتاج أفراد جديدة عن طريق التزاوج بعد البلوغ الجنسي ـ فترة نمو الاعضاء التناسلية وتكوين الجاميتات المذكرة والمؤنثة .

الجهاز التناسلي الذكرى : Male Reproductive system

يتركب الجهاز التناسلي الذكرى (الشكل ١٤ ـ ١) من الاعضاء التالية :

١ ـ الخصيتان Testes

توجد الخصيتان خارج الجسم بين الفخذين وهما بيضيتا الشكل موجودتان داخل كيس خاص يسمى كيس الصفن Scrotum يعمل على وقاية الخصية وحفظها على درجة حرارة ملائمة لانتاج الحيوانات المنوية ، وهو لذلك قابل للتمدد والتقلص حسب درجة حرارة الجو ، هذا وتنحدر الخصيتان خارج الجسم قبل موعد الولادة بشهرين تقريبا واذا حدث أن بقيتا داخل التجويف البطني للجسم فان الانسان عندئذ يصاب بالعقم حيث أن درجة الحرارة تصبح غير ملائمة لانتاج الحيوانات المنوية .

تتركب كل خصية من أنابيب دقيقة ملتوية تلتف على بعضها بشكل حلزونـــي (لاحظ الشكـل ١٤ ـ ١) تسمـــى الانابيــب المنويـــة

Seminiferous tubules تصب في فراغ Rete testis ، ووظيفة الانابيب المنوية انتاج الحيوانات المنوية ، ويمتلىء الحيز الموجود بين الانابيب المنوية بخلايا بينية Interstitial cells وظيفتها افراز الهرمونات الذكرية (Testosterone) المسؤول عن اظهار الصفات الجنسية الذكرية الثانوية ٠

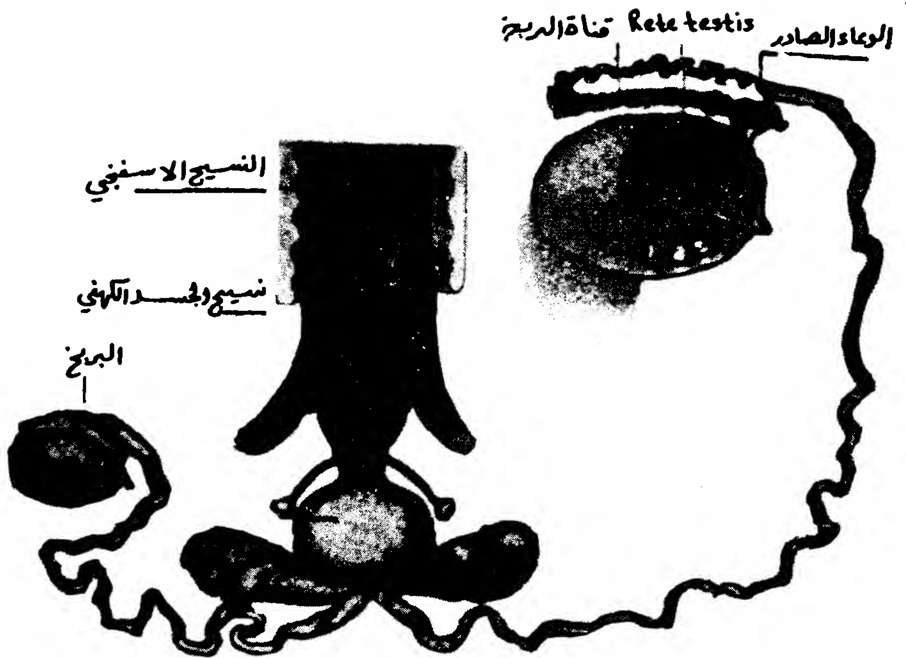
وفي قطاع عرضي لواحد من الانابيب المنوية نلاحظ تحت عدسة المجهر أن الانبوب المنوي يحتوي على غشاء يتميز داخله الى عدة طبقات من الخلايا المنتجة للحيوانات المنوية وهي من الداخل الى الخارج (انظر الشكل ١٤ ــ ٣ ــ ب) كما يلي :

أ ــ الخلايا الام (سبرماتوجونيا) خلايا أمات المني Spermatogonia وهي خلايا توجد في الغشاء المبطن للانبوب المنوي تكونت نتيجة انقسام الخلايا المكونة للحيوانات المنوية Primordial Germ Cells انقساما غير مباشر ، هذا ويوجد بين خلايا الام نوع آخر من الخلايا تسمى خلايا سرتولي Sertoli Cells تعمل على تثبيت الخلايا الام وقد تمدها بالغذاء أيضا ٠

ب ــ الخلايـا الاسبرميـة الاوليـة (الخلايـا المنويـة الاوليـة) Primary Spermatocytes تلي خلايا الام وتنشأ من انقسام الخلايا الام وبها العدد الاصلي أو الزوجي (2n) من الكروموسومات ٠

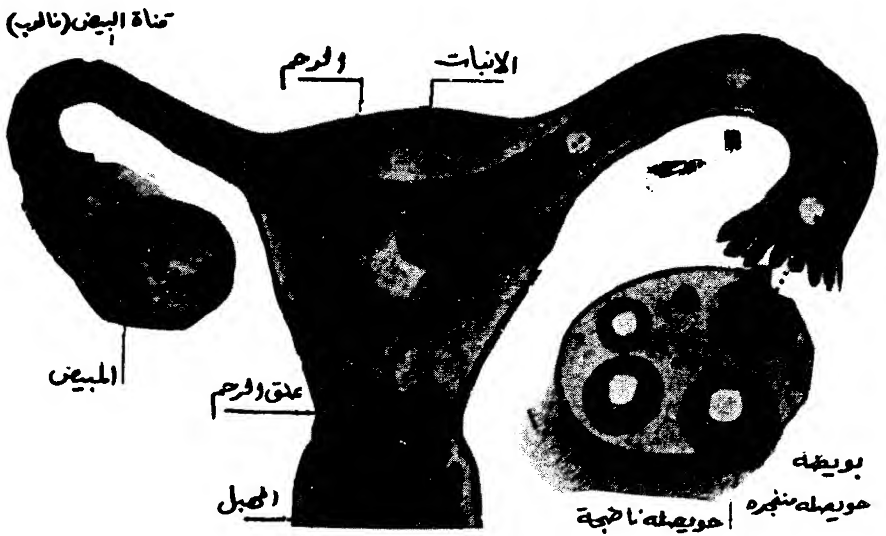
جـ ــ الخلايـا الاسبرميـة الثانويـة (الخلايا المنويـة الثانوية) Secondary Spermatocytes خلايـا ناتجـة مـن انقسام الخلايـا الاسبرمية الاولية انقساما اختزاليا لذا تحتوي على العدد الاحادي (n) من الكروموسومات ٠

د ــ الخلايا الاسبرماتيدية (الطلائع المنوية) Spermatids وتنتج من انقسام الخلايا الاسبرمية الثانوية انقساما غير مباشر ، وتكون في البداية كروية الشكل لا تلبث أن تستطيل وتنمو لها أذناب وتكون الحيوانات المنوية Sperms ٠



الشكل ١٤-١

الجهاز التناسلي الذكري [Wilson et. al ، 1972 ، P.200]



الشكل ١٤-٢

الجهاز التناسلي الانثوي [P.200 ، 1972 ، Wilson et. al]

٢ ــ البربــــخ : Epididymis

قناة كثيرة الالتواء تتصل بقاعدة الخصية ، وهي مبطنة بخلايا مطاولة تبدو على شكل نسيج عمادي طلائي بسيط ، يتصل البربخ بقنوات ناقلة تعرف بالاوعية الصادرة أو الناقلة للحيوانات المنوية Vas effefens وتعمل على استلام الحيوانات المنوية المتكونه على شكل دفعات تدفع بعضها البعض ثم نقلها الى البربخ حيث تنضج وتخزن في هذه القناة .

٣ ــ الوعاء الناقل : Vas Deferens

قناة مبطنة بنسيج طلائي تحتوي على عضلات غير ارادية لذا تتحرك حركة دودية تعمل على حمل السائل المنوي من البربخ الى مجرى البول عند اتصاله بالمثانة .

٤ ــ الغدد الملحقة : Accessory Glands

يوجد ثلاث غدد تختلط افرازاتها بالحيوانات المنوية خلال رحلتها من الخصية للخارج ويسمى المزيج بالسائل المنوي Semen وهذه الغدد هــــي :

أ ــ الحوصلة المنوية Seminal Vesicle كيسان صغيران يقعان عند نهاية الوعاء الناقل (لاحظ الشكل ١٤ ــ ١)ويفتحان في العضو الذكرى عند اتصال المثانة البولية ، تفرز الحوصلة المنوية سائلا لبنيا يختلط مع الحيوانات المنوية بواسطة قناة خاصة تسمي قناة القذف Ejaculatory duct ، ولما كانت افرازاتها قاعدية التأثير لذا تعمل على معادلة حموضة الحيوانات المنوية المتكونة في الخصية وتسهل حركتها كما تساهم في تغذيتها لاحتواء افرازاتها على سكر الفاكهه (الفركتوز) .

ب ــ غدة البروستاتا Prostate Gland غدة كبيرة الحجم يبلغ قطرها حوالي ٤ سم تحيط بعنق المثانة كالحلقة وتقع بالقرب من بدايـة القناة البولية ، وتفرز سائلا لزجا يشبه افرازات الحوصلة المنوية من حيث أنه قاعدي التأثير يعمل على معادلة الحموضة التي قد تنشأ من مرور

البول في القناة البولية ، كما يعتقد البعض أن افرازاتها لها القدرة على امتصاص ثاني اكسيد الكربون الذي يتكون نتيجة لنشاطات الحيوانات المنوية اذ أن تراكمه يعني تأخير نشاط الحيوانات المنوية ، تصل افرازاتها القناة البولية عن طريق ثقوب صغيرة كثيرة العدد تفتح بالقناة البولية ، والجدير بالذكر أن غدة البروستاتا قد تلتهب أحيانا خاصة في كبار السن مما تسبب مضايقة عند التبول لدرجة أن التبول قد يصبح صعبا مما يضطر الشخص لازالتها ·

ج ـ غدد كوبر Cowpor's Glands زوج من الغدد صفراء اللون صغيرة الحجم تقدر بحجم بذرة البازيلاء تقع أسفل غدة البروستاتا ، لها افرازات قاعدية التأثير تفرز عادة اثناء التهيج أو الجماع الجنسي ، كما يعتقد أن لها علاقة بمعادلة الحامض الذي قد يوجد في مجرى البول أو في مهبل الانثى ·

٥ ـ العضو الذكري (القضيب) : Penis

وهو عضو الجماع في الذكر ، يعمل على توصيل الحيوانات المنوية الى مهبل الانثى عن طريق قناة مجرى البول حيث أن القناة البولية والتناسلية في الذكر مشتركة ، يتركب جسم القضيب من أنسجة قضبانية الشكل لها القدرة على الانتصاب تسمى الانسجة المنتصبة Erectile Tissues وهذه الانسجة هي :

أ ـ نسيج الجسد الاسفنجي Corpus Spongiosum يحيط بقناة البول ويمتد مكونا رأس القضيب الغني بالنهايات العصبية الحساسة للاحتكاك واللمس ويسمى بظر القضيب Glans Penis ، ويمتاز النسيج الاسفنجي باحتوائه على فراغات تنتشر فيه أوعية دموية كثيرة ·

ب ـ نسيج الجسد الكهفي Corpus Cavernosum نسيجان يحيطان بالنسيج الاسفنجي ، يتصل بهما أوعية دموية كثيرة يتوارد الدم اليهما أثناء التهيج الجنسي فتمتليء بالدم وتسبب انتصاب القضيب واستطالته حتى يسهل دخول المهبل ، هذا ويحدث القذف Ejaculation خلال الجماع نتيجة للتهيج الجنسي واحتكاك القضيب بجدار المهبل ·

الجهاز التناسلي الانثوي : Female Reproductive System

يتركب الجهاز التناسلي الانثوي (الشكل ١٤ ـ ٢) من الاعضاء التالية :

١ ـ المبيضان : Ovaries

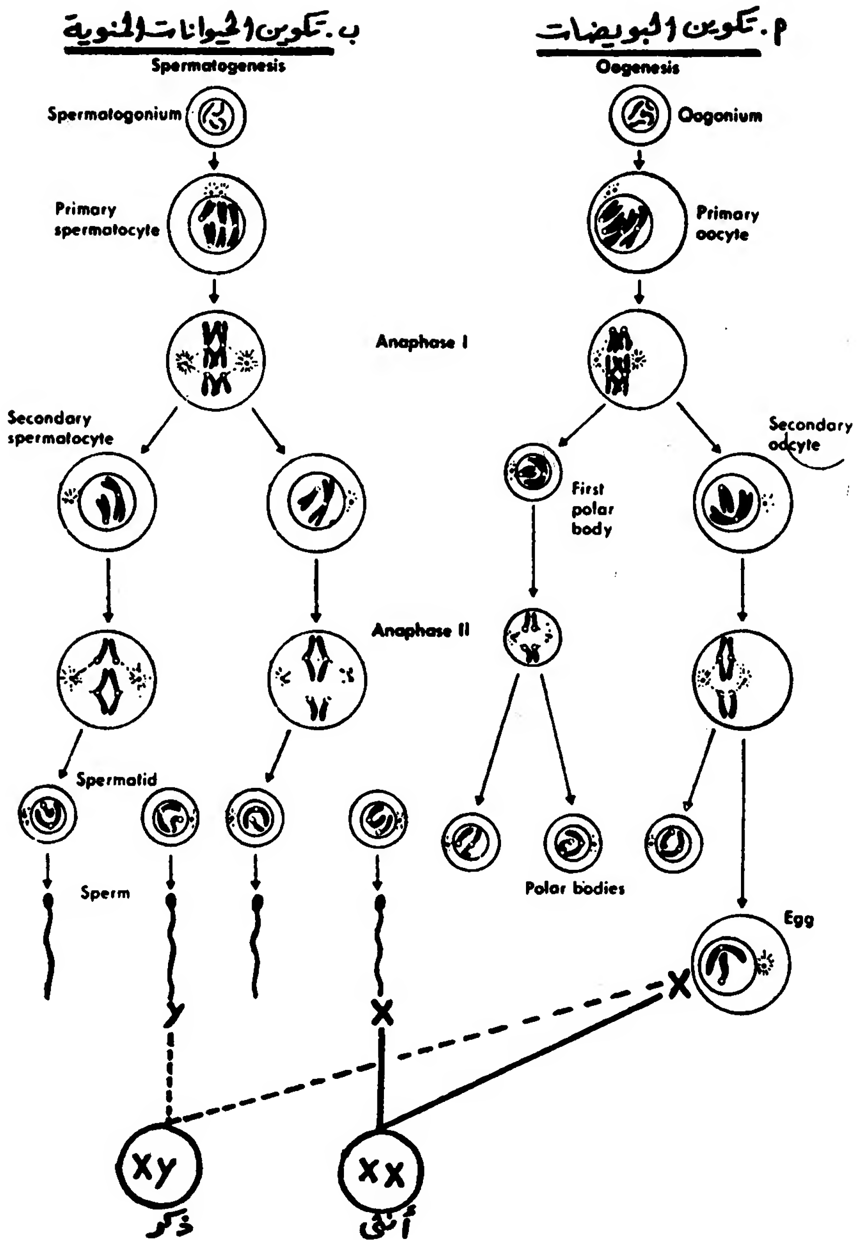
المبيض عبارة عن جسم صغير بحجم حبة اللوز وبقطر حوالي ٣ سم يقع في الجهة الظهرية من التجويف البطني ، ووظيفته الاساسية انتاج البويضات Ova ، فهو يحتوي على آلاف الجويصلات الحاوية للبويضات في أطوار نمو مختلفة ويقدر عدد هذه البويضات بحوالي ٠٠٠ر٤٠٠ بويضة ، الا أن القسم الاكبر منها يتحلل ويموت ، وينضج منها حوالي ٣٠٠ ـ ٤٠٠ بويضة طيلة حياة الانثى ٠

تتكون البويضات في المبيض بنفس الطريقة التي تتكون فيها الحيوانات المنوية في الخصية (انظر الشكل ١٤ ـ ٣ ـ أ) ، وتتلخص بما يلي :

أ ـ تنقسم خلايا المبيض المنتجة للبويضات
Primordial Germ Cells
عدة انقسامات غير مباشرة ينتج عنها خلايا بها نفس العدد الاصلي من الكروموسومات وتسمى أمهات البويضات أو الخلية البيضية الامية Oogonium ٠

ب ـ تنمو خلايا أمهات البويضات وتنقسم انقسامات غير مباشرة وتكون خلايا جديدة تسمى كل واحدة منها بالبويضة الاولية Primary Oocyte ٠

جـ ـ تنمو خلايا البويضات الاولية حتى تصل نموها الكامل وتنقسم انقساما اختزاليا غير متكافيء حيث تتحرك نواتها جهة أحد قطبي الخلية فينتج خليتان غير متساويتين في الحجم في كل منها نصف العدد الاصلي من الكروموسومات تدعى أحدهما بالبويضة الثانوية Secondary Oocyte والثانية صغيرة الحجم تدعى بالجسم القطبي الاول First Polar Body ٠



الشكل ١٤-٣

أ. تكوين البويضات ب. تكوين الحيوانات المنوية

[Brooks, 1975, P.78]

د ـ تنقسم البويضة الثانوية انقساما غير مباشر وغير متكافيء وتعطي خليتين جديدتين أحدهما تسمى الجسم القطبي الثاني والاخرى تنمو وتكبر لتكون البويضة Ovum تختزن كمية مناسبة من الغذاء لتغذية الجنين في حالة حدوث اخصاب ، كما ينقسم الجسم القطبي الاول ويعطي خليتين صغيرتين جدا يتلاشيان مع الجسم القطبي الثاني وذلك لعدم احتوائها على غذاء كاف لنموها • وعليه ، فان كل خلية بيضية أولية تعطي بويضة واحدة بها نصف عدد الكروموسومات الاصلي وثلاثة اجسام قطبية لا تلبث ان تتحلل وتتلاشى • والبويضة كروية الشكل اكبر بكثير من الحيوان المنوي وقطرها حوالي ١٥٠ ـ ٢٠٠ ميكرون ، ولعل ذلك يعود لوجود كمية كبيرة من المواد الغذائية الاحتياطية والتي تستهلك لنمو الجنين في حالة الاخصاب لفترة محدودة بعدها يعتمد الجنين على الأم •

بالاضافة الى انتاج البويضات فان المبيض يعمل كغدة صماء بافرازه هرمونات انثوية (الاستروجينات) مسؤولة عن اظهار الصفات الجنسية الانثوية الثانوية ، كما يفرز هرمون الجسم الاصفر الذي يمنع تكوين بويضات جديدة ويهيىء الرحم لاستقبال الجنين في حالة حدوث الاخصاب •

٢ ـ قناة البيض أو قناة فالوب : Oviduct - Fallopian Tube

قناة طويلة قليلا ومبطنة من الداخل بغشاء مخاطي يكثر فيه الاوعية الدموية والاغشية المخاطية ، وهي كثيرة التعاريج الداخلية تكثر فيها الاهداب (لماذا ؟) وتلاصق فتحة قناة المبيض نفسه عند منطقة البوق Funnel ، وموقعه استراتيجي اذ يلتقط البويضة عند سقوطها من المبيض وهذا ما يسمى بالتبويض (الاباضة) Ovulation وعند التبويض تمر البويضة من حويصلة جراف Graafian Follicle في المبيض بعد انفجارها الى البوق ومنه الى قناة البيض حيث يتم فيها الاخصاب غالبا ، وتسير البويضة في قناة البيض نتيجة لحركة الأهداب المستمرة والمبطنة للقناة وكذلك نتيجة لانقباضات الجدار العضلي المكون لقناة البيض • وعليه فان انسداد أو تلف قناتي البيض يؤدي الى العقم عند الانثى مما دعا بعض اطباء النساء البريطانيين الى التفكير في احداث الاخصاب

الخارجي في أنابيب المختبر واعادة زرع الجنين أو البويضة المخصبة في الرحم وهذا ما يعرف بطفل الانبوب Test - Tube baby ·

٣ ـ الرحـــــم : Uterus

عضو مجوف عضلي سميك الجدران كمثرى الشكل يبلغ طوله حوالي ٧٫٥ سم وعرضه ٥ سم تقريبا ، وجدران الرحم سميكة وعضلية مغطاة بغشاء مخاطي يسمى بطانة الرحم Endometrium · تتهيأ بطانة الرحم كل شهر تقريبا لاستقبال البويضة المخصبة ، فاذا حدث أن أخصبت البويضة يكون الرحم مهيأ لانبات البويضة وتطور الجنين ، واذا لم يحدث اخصاب تتداعى أنسجة بطانة الرحم وينزل الدم في عملية تسمى الطمث (الحيض) Menstruation

يسمى الجزء العلوي من الرحم بالجسم ، بينما الجزء السفلي يمتد قليلا في قناة المهبل ويسمى عنق الرحم Cervix من خلاله تدخل الحيوانات المنوية لمحاولة اخصاب البويضة ·

٤ ـ المهبـــل : Vagina

انبوبة عضلية مطاطية طولها حوالي ٧ سم ، يتصل بالرحم من الجهة السفلى ومبطنة بنسيج طلائي بلاطي مركب ، وتحتوي جدرانه على عضلات ملساء طولية وأخرى دائرية ، ويتصل المهبل بالفتحة التناسلية الخارجية ، وللمهبل وظيفتان : الاولى يستقبل عضو الجماع الذكري ومنه تسبـــح الحيوانات المنوية عبر عنق الرحم باتجاه قناة البيض لاخصاب البويضة ، والثانية يمثل قناة مرور للطفل اثناء الولادة خاصة وانه يتصف بالمرونة والمطاطية ·

٥ ـ الاعضاء الجنسية الثانوية (الفرج) : Valva

تشمل الاعضاء الجنسية الثانوية الاجزاء التالية :

أ ـ الشفرين الكبيرين Labia Majora زوائد جلدية مغطاة بالشعر وتحيطان بفتحة المهبل من الخارج ·

ب ـ الشفرين الصغيرين Labia Minora زوائد جلدية توجد داخل الشفرين الكبيرين ، تخلوان من الشعر وتحيطان بفتحة المهبل من الداخل •

ج ـ البظر Clitoris عضو صغير بحجم حبة الحمص يوجد عند الشفرين الصغيرين ، وهو يناظر العضو الذكري في الرجل ، يحتوي على نسيج اسفنجي وعلى أوعية دموية ونهايات اعصاب كثيرة وهو بذلك شديد الحساسية يمتلىء بالدم اثناء التهيج الجنسي •

د ـ غشاء البكارة Hymen غشاء مخاطي رقيق يوجد في الانثى البكر ، ويمتد على فتحة المهبل فيغلقها جزئيا أو كليا •

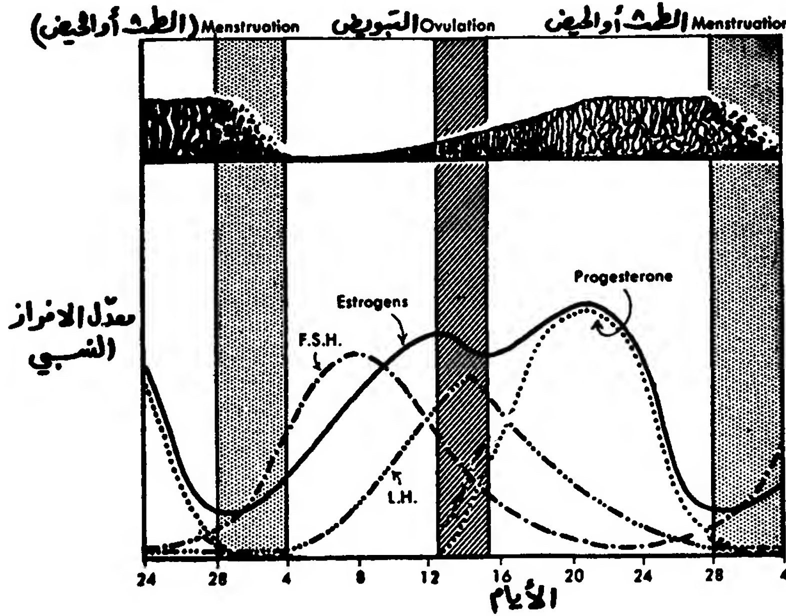
الدورة الشهرية : Monthly Menstrual Cycle

ذكرنا سابقا أن المبيض يحتوي على حويصلات حاوية للبويضات في اطوار مختلفة من النمو ينضج منها ما يقارب من ٣٠٠ ـ ٥٠٠ بويضة • فعندما تبلغ الانثى عمر ١٢ ـ ١٦ سنة تقريبا ، تبدأ الغدة النخامية بافراز هرمونات تعمل على تنبيه الغدد الجنسية الانثوية (المبيض) منها ما يلي :

أ ـ الهرمون المنشط للحويصلات F.S.H. ويبدأ تأثيره على المبيض اذ يعمل على تنشيط الحويصلات الحاوية على البويضات وبالتالي يسبب نمو ونضج البويضة مما يؤدي الى سقوطها في قمع قناة البيض وهذا ما يسمى بعملية التبويض (الاباضة) Ovulation بالاضافة ، يعمل المبيض على انتاج مجموعة هرمونات انثوية (الاستروجينات) تعمل على تهيئة الرحم لاستقبال البويضة المخصبة فيسمك جدار الرحم وتكثر الاوعية الدموية فيه ، هذا بالاضافة الى أنها مسؤولة عن اظهار الصفات الجنسية الانثوية كظهور ونمو الاثداء •

ب ـ الهرمـون الخاص بتكوين الجسم الاصفر (الهرمـون المصفر) L.H. وينشط افراز هرمون البروجستيرون الذي يهيىء الرحم اكثر لاستقبال البويضة المخصبة وتطور الجنين كما يثبط نمو بويضات جديدة ،

وتكون نسبته عالية في الدم خاصة خلال العشرة أيام الاولى من الدورة (لاحظ الشكل ١٤ ـ ٤) • ويستمر هذا الهرمون في حالة اخصاب البويضة



الشكل ١٤-٤

الدورة الشهرية [Brooks ,1975 , P.395]

اذ أنه ضروري جدا لاستمرار عملية الحمل • كما تفرز المشيمة (اثناء الحمل) هرمونات خاصة تسمى بالهرمونات الكورونية تعمل على تنشيط الجسم الاصفر للاستمرار في افراز هرمون البروجستيرون الذي بدوره يمنع افراز هرمون F.S.H. وبالتالي يحول دون افراز بويضات جديدة طيلة فترة الحمل • والجدير بالذكر أن هرمونات المشيمة هذه توجد في بول المرأة الحامل ، ووجودها يستعمل كدليل للكشف عن الحمل • كما تفرز المشيمة كميات كبيرة من الاستروجينات تساعد في ايجاد التوازن لهرمون البروجستيرون وتكمل عمل استروجينات المبيض •

وفي حالة عدم اخصاب البويضة فان الجسم الاصفر يضمر ويضمحل تدريجيا حتى يتلاشى ، وهذا بالطبع يؤثر على تركيز هرمون البروجستيرون في الدم اذ يقل تركيزه خاصة في اليوم الخامس والعشرين من الدورة مما يسبب تقلص الرحم وتمزق الاوعية الدموية المنتشرة فيه ويتسبب ذلك في خروج كمية من الدم من الرحم فالمهبل ثم الخارج وهذا ما يسمى بالطمث أو الحيض Menstruation التي تستمر من ٣ ــ ٥ أيام وفيها تشعر الانثى بالمغص أو تقلصات خاصة في اليوم الاول والثاني نتيجة للتقلص الشديد في بطانة الرحم · هذا ويحدث الحيض مرة واحدة كل ٢٨ يوما تقريبا ولو أن هذه المدة تختلف من انثى لانثى وفي هذا الاثناء تكون هناك بويضة أخرى في طريقها للنضوج ، وهكذا تتكرر الدورة مرة كل شهر تقريبا ومن هنا تسمى بالدورة الشهرية (الشكل ١٤ ــ ٤) ·

الاخصاب والحمل : Fertilization and Gestation (Pregnancy)

الاخصاب هو اتحاد حيوان منوي واحد مع بويضة ناضجة واحدة لتكوين ما يعرف بالزيجوت Zygote ، حيث تتحد نواتاهما في نواة واحدة وبذلك يستعاد العدد المزدوج للكروموسومات الاصلية (2n) ، وبها نحصل على مجموعة صفات وراثية تعتمد على أي الصفات سائدة وأيها متنحية واذا كانت السيادة كاملة أو ناقصة في الابوين وذلك باتحاد الصفات الوراثية في نواتي الجاميتين في حياة جديدة ، بعدها يلتصق الزيجوت (البويضة المخصبة) في جدار الرحم وتبدأ مرحلة الحمل وتطور الجنين الذي سنتحدث عنه فيما بعد ·

بالرغم أن الانثى تملك مبيضين الا أن واحدا منها عادة يكون البويضة الناضجة في الشهر ، وتكون الاباضة بينهما بالتناوب · وعليه ، عند سقوط البويضة يلتقطها القمع ومنها الى قناة البيض ، عندها لا بد من وجود حيوانات منوية كثيرة لاتمام عملية الاخصاب لان عملية الاتحاد بينهما تتم بطريقة عشوائية ، ولهذا نجد الذكر يقذف حيوانات منوية كثيرة جدا ليعطي فرصة اكبر لهذا الالتقاء العشوائي ، بالاضافة الى أنها تسير

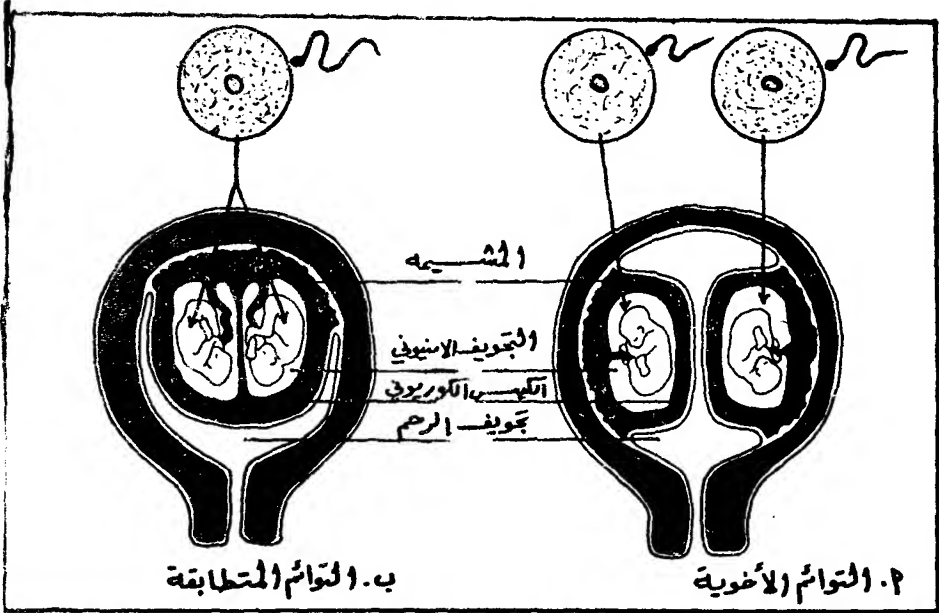
باتجاه معاكس لحركة الاهداب المبطنة لقناة البيض ، ولهذا فان القسم الاعظم منها يتحلل ويموت قبل أن يصل البويضة · لقد قدر أن الرجل يقذف عند عملية الجماع حوالي ٣٠٠ ـ ٤٠٠ مليون حيوان منوي يهلك معظمها قبل أن يصل البويضة ، ولا بد لحيوان منوي واحد أن يخصب البويضة خلال ٢٤ ساعة ، وهي المدة التي تبقى فيها البويضة حافظة لحيويتها ، في حين أن الحيوان المنوي يحتفظ بحيويته حوالي ٤٨ ساعة · ويحدث الاخصاب عادة في الثلث العلوي من قناة البيض ، وتدخل البويضة المخصبة عادة الرحم بعد ٣ ـ ٥ أيام من الاخصاب وتلتصق بجدار الرحم وتبدأ عملية الحمل ونمو الجنين لمدة تسعة اشهر تقريبا ·

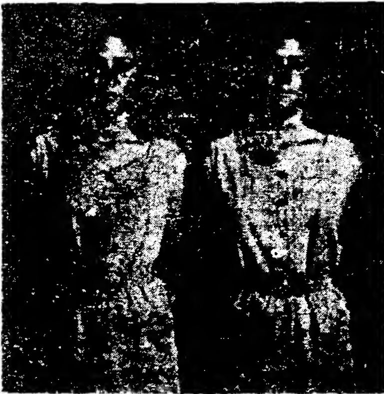
التوائــــم : Twining

هناك نوعان من التوائم (لاحظ الشكل ١٤ ـ ٥) :

١ ـ التوائم الاخوية Fraternal twins ينتج هذا التوأم من بويضتين نضجتا في آن واحد ، وتخصب كل منهما بحيوان منوي مستقل (لاحظ الشكل ١٤ ـ ٥ ـ أ) ، ويتصل كل جنين بمشيمة خاصة به وأغشية جنينية خاصة به أيضا · وقد تكون هذه التوائم متشابهة أو مختلفة في الجنس والشكل الخارجي والتركيب الوراثي ومجاميع الدم ولكنها مختلفة قطعا في بصمات الاصابع · أما العلاقة بينهما فهي لا تزيد عن علاقة اشقاء ولدوا في فترات متقاربة جدا من نفس الابوين الا انهما يشتركان في ظروف حمل واحد في رحم الام ·

٢ ـ التوائم المتطابقة Identical twins ينتج هذا التوأم من بويضة واحدة اخصبت بحيوان منوي واحد (لاحظ الشكل ١٤ ـ ٥ ـ ب)، هذه البويضة المخصبة تنفصل في أول انقسامها الى خليتين أو بويضتين ، وتنمو كل بويضة جديدة مكونة جنينا مستقلا · ولكل جنين كيس أمنيوني خاص به ، لكن لهما كيس كوريوني واحد ولهذا يتصل التوأمان بمشيمة واحدة وتتشابه في صفاتها الوراثية وفي مجاميع الدم وبصمات الاصابع ويكون الجنس واحداً اما ذكورا أو اناثاً لدرجة أنه يصعب التفريق بينهما (الشكل ١٤ ـ ٥ ـ ب) ولهذا كثيرا ما تستخدم التوائم المتطابقة في البحث العلمي ·







الشكل ١٤ - ٥

التوائم : أ. التوائم الأخوية ب. التوائم المتطابقة

[Wilson et. al. 1972, P. 209]

أما بالنسبة لتحديد الجنس فأن الامر قد حسم منذ وقت طويل (أي عند اتحاد الحيوان المنوي بالبويضة) ، فالكروموسومات الموجودة في نواة الخلية الجديدة هي المسئولة عن ذلك ، ففي الانسان الذكر به زوج من الكروموسومات الجنسية يختلف فرداه أحدهما عن الآخر ويرمز لهما بالرمز x y أما في الانثى فالكروموسومان الجنسيان متماثلان ويرمز لهما بالرمز × × ، وباختصار ، في الانثى تحمل كل بويضة تامة النمو كروموسوم × دائما ، أما في الذكر فان الخلايا المنوية تكون مجموعتين متساويتين تقريبا ، واحدة تحمل خلاياها كروموسوم × والاخرى تحمل خلاياها كروموسوم y ، وعيه اذا اتحدت بويضة (× دائما) بحيوان منوي يحمل كروموسوم × يكون المولود انثى ، واذا اتحدت بويضة (× دائما) بحيوان منوي يحمل كروموسوم y يكون المولود ذكرا (انظر الشكل ١٤ ـ ٣) ، وبناء على هذا فان الرجل وليس المرأة هو الذي يحدد جنس المولود ، وهكذا فان العلم ينفي الشائعات التي تقول أن المرأة هي التي تحدد جنس المولود وكثيرا ما يحدث متاعب زوجية وعائلية بسبب هذا الاعتقاد الخاطيء .

تطور الجنين : Embryo Development

تقسم مراحل تطور الجنين الى ثلاث مراحل هي :

اولا : مرحلة الثلاثة الاشهر الاولى : The First Trimester

ذكرنا سابقا أن الاخصاب يحدث في الثلث العلوي من قناة البيض ، بعدها بحوالي ٣٦ ساعة تنقسم البويضة المخصبة أو الزيجوت Zygote الى خليتين ، وبعد ٦٠ ساعة تنقسم الخليتان الى أربع خلايا ، وفي اليوم الثالث تنقسم الأربع خلايا الى ثمانية ... وهكذا تنقسم الخلايا انقسامات عديدة متتالية ينتج عنها تكون كتلة من الخلايا تبدو على شكل كره يطلق عليها الموريولا (التوته) Morula (الشكل ١٤ ـ ٦) ، تنتقل ببطء داخل قناة البيض نتيجة لانقباضات القناة وبمساعدة الاهداب الدائمة الحركة المتصلة بخلايا الغشاء الطلائي المبطن لقناة البيض ، وتصل

الرحم خلال ٣ ـ ٥ أيام ، وهناك لا بد من الالتصاق (اليوم السادس) بجدار الرحم أو ما يسمى بالانبات (الانزراع) Implantation حتى يتم تطور الجنين بشكل صحيح ۰ (الشكل ١٤ ـ ٦) يوضح خطوات تطور الجنين ، وعليه يمكن توضيح أهم ما يحدث في هذه المرحلة بما يأتي :

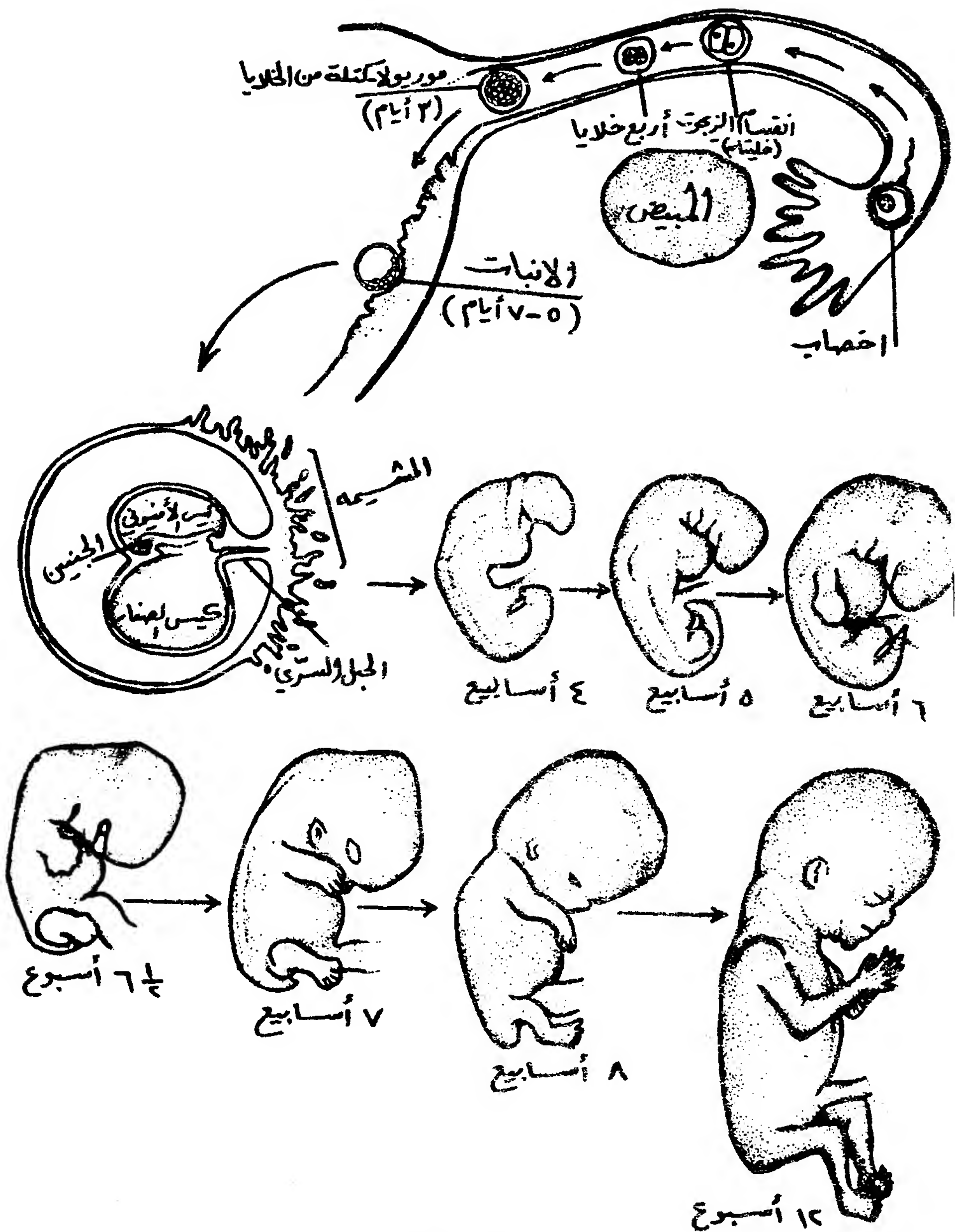
١ ـ الانقسامات الاولى (التفلج) Cleavage الانقسامات التي تنقسمها البويضة المخصبة هي انقسامات غير مباشرة الا أنها غير متبوعة بفترة نمو ، حيث أن الهدف من الانقسام هو زيادة عدد الخلايا وبالتالي النمو ، ولهذا يطلق على هذه الانقسامات بالتفلج Cleavage والتي تكون أولا ما يعرف بالموريولا ۰

٢ ـ البلاستولا Blastula بعد عملية الانبات وفي نهاية الانقسامات الاولى يتكون مجموعة كبيرة جدا من الخلايا لها تجويف بلاستولي Blastocoel ويطلق عليها البلاستولا Blastula

٣ ـ الجاسترولا Gastrula نتيجة لانقسام الخلايا باستمرار يتميز الجنين الى طبقتين من الخلايا : طبقة خارجية تدعى الاكتودرم Ectodorm وطبقة داخلية تدعى الاندودرم Endoderm وفي النهاية يتكون طبقة ثالثة تسمى الميزودرم Mesoderm ، وهكذا في نهاية الاسبوع الثالث من الحمل تكون الطبقات الثلاث كاملة ويطلق عليها بالطبقات الجرثومية Germ Layers التى تنمو وتتميز الى تكوين اعضاء وأجهزة الجسم المختلفة يمكن تلخيصها بما يلي :

أ ـ طبقة الاكتودرم Ectoderm Layer وينشا منها الجهاز العصبي المركزي واعضاء الحس المختلفة والجلد (البشرة) بما فيها من تركيبات مخلتفة كالشعر والاظافر ۰

ب ـ طبقة الميزودرم Mesoderm Layer ويتكون منها العضلات والعظام والانسجة الضامة الاخرى والانسجة المبطنة للاوعية الدموية وتجاويف الجسم والجهاز البولي والدوري والاوعية الدموية والجهاز التناسلي ۰



الشكل ١٤-٦

بعض مراحل تطور الجنين [Case ,1979, p.462]

جـ ـ طبقة الاندودرم Endoderm Layer وتعطي الجهاز الهضمي (الامعاء) وبعض الغـدد كالكبد والبنكرياس وبطانة الجهـاز التنفسي والرئتين ٠

في اليوم الواحد والعشرين ، تبدأ الاعين بالتشكل ، وفي اليوم الرابع والعشرين تبدأ الثنيات القلبية بالنبض بمعدل ١٠٠٠٠٠ر١٠٠ نبضة في اليوم حتى الموت ، وفي نهاية الشهر الأول يصبح شكل الجنين على شكل حرف C وتبدأ القطع العضليـة Somites بالظهور التي منها تتشكل العظام والعضلات والانسجة الضامة ، ثم يتطور القلب حتى يصبح اكثر تعقيدا ويتكون من أربع حجرات ٠

خلال الشهر الثاني يتضاعف حجم الجنين حوالي ٥٠٠ مرة اذ يبلغ طوله حوالي ٥ر٢سم ويزن ١ غم ، وبالرغم من صغره الا أنه يبدو جنين انسان Fetus من حيث المظهر ، ورأسه كبير نسبيا بالنسبة للجسم ، كما تتشكل الاذرع والارجل والاقدام ٠ وتبدأ مبادىء الجهاز التناسلي بالتكون ويشكل الكبد حوالي ١٠٪ من الجسم اذ يعتبر العضو الاساسي لتكوين الدم في فترة الحمل ٠

والجدير بالذكر أن الشهرين الاولين لتطور الجنين هي فترة حرجة وحساسة ، اذ أن معظم التشوهات الجنينية قد تحدث في هذه الفترة ، وعليه فان تناول بعض العقاقير الطبية والكحول قد يؤثر على الجنين أو تشوهاته ولهذا على الام الحامل تجنب ذلك ما أمكن ٠

خلال الشهر الثالث ، يبدأ الجنين بالتحرك فيحرك أذرعه واقدامه كما يمكن لـلام (أحيانـا) أن تشعر في ذلـك ، واذا لم تشعر بحركتـه فلعـل ذلك يرجـع لصغر حجمـه وقصر أطرافه من أن تبلـغ ضربـاته وركلاته جدار رحم أمه فتحس به ، وفي خلال هذا الشهر يتكون الجهـاز التنفسي جيدا والجهاز البولي بشكل سريع ، وباختصار ، في نهاية هذه المرحلة نهاية الشهر الثالث ، يصبح طول الجنين حوالي ٩ سم ووزنه ١٥ غم وتكون جميع معالم الاعضـاء قـد تـكونت وتشكلت (لاحظ الشـكل ١٤ ـ ٦) ٠

٤ ـ المشيمـــة : Placenta

من الامور الحتمية في الحمل عند الثدييات (الانسان) هو اعتماد الجنين كليا على الام ، أي وجود تبادل غذائي بين الام والجنين ، ولهذا فان الجنين يتصل بجدار الرحم بواسطة غشاء سميك يسمى المشيمة (الخلاصة) Placenta والمشيمة عبارة عن نسيج اسفنجي متخصص من خلاله يتم تبادل الاكسجين والماء وجزيئات الغذاء بين الأم والجنين ، وتتـكون من بطانه الرحم من جهة الام ومن الغشاء الكوريوني من جهة الجنين وفيها تنتشر أوعية دموية كثيرة وعندها تلتقي أوعية دم الام والجنين ولكن دون اتصال مباشر بين الدورة الدموية للام والدورة الدموية للجنين بل يتم ذلك عن طريق الانتشار الغذائي (الشكل ١٤ ـ ٧) ٠

يتصل الجنين بجدار الرحم (المشيمة) بواسطة أوعية دموية خاصة تسمى الحبل السري Umbilical Cord وعليه ، اذا عملنا قطاعا عرضيا في الحبل السري يتكشف لنا ثلاثة أوعية دموية هامة هي :

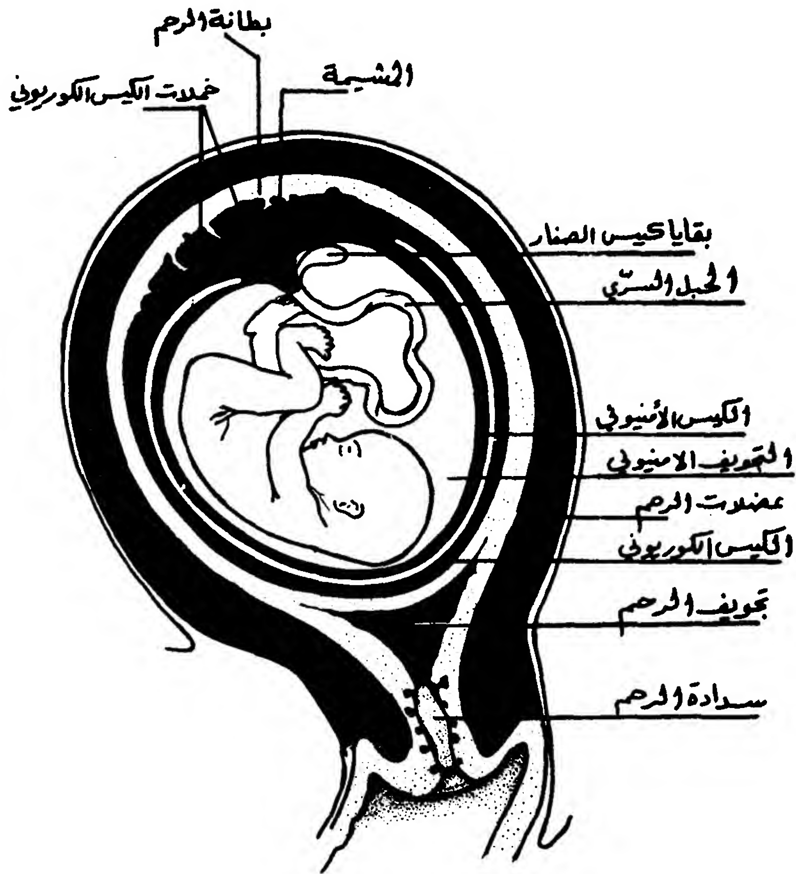
أ ـ الوريـد السري Umbilical vein وريد دموي واحـد متسع نسبيا وظيفته حمل الدم المؤكسد والغذاء من المشيمة (الأم) الى الجنين ٠

ب ـ الشرايين السريـة Umbilical arteries شرايين دمويـة (اثنان) أقل قطرا من الوريد السري وظيفتهما ارجاع الدم غير المؤكسد والفضلات من الجنين الى الام ٠ وهنا لا بد من ملاحظة أن دم الواحد منهما لا ينتقل الى الآخر وانما هما يتبادلان المواد خلال الشعيرات الدموية للمشيمة ٠

٥ ـ الاغشية الجنينية : Extra-Embryonic Membranes

في نهاية الاسبوع الثالث من الحمل تتكون الاغشية الجنينية (من الجنين) لحفظ وحماية الجنين طيلة فترة الحمل ، وهذه الاغشية هي :

١ ـ الغشاء الامنيوني (الرهلي) Amnion Membrane غشـاء يحيط بالجنـين مبـاشرة (لاحظ الشـكل ١٤ ـ ٧) ممـلوء بسائـل



الشكل ١٤-٧
الجنين والأغشية الجنينية قبل الولادة
[Curtis, 1977, P.342]

يوجد Amniotic Fluid الجنين معلقا فيه بحرية ويقية من المؤثرات أو الصدمات الناتجة من ضغط الاعضاء الداخلية للام · يحتوي السائل الامنيوني على خلايا معلقة به كانت قد انسلخت من الجنين فهي تشبه تماما خلايا الجنين ، وقد تستخدم هذه الخلايا للتعرف على الجنين قبل ميلاده وذلك عن طريق

مائي يعرف بالسائل الامنيوني أو الرهلي

عملية خاصة Amniocentesis والتي تتلخص بازالة جزء من السائل الامنيوني بما فيه بعض خلايا الجنين بواسطة ابره طبية خاصة ، وتجرى هذه العملية عادة في الشهر الرابع (١٣ – ١٨ اسبوع) من الحمل . بعدها يجرى فحص خلايا الجنين من حيث الكروموسومات أو الاحماض الامينية أو بعض الانزيمات ... وذلك للتعرف على بعض العيوب أو الامراض الوراثية وذلك لغرض ما يعرف اليوم بالارشاد الوراثي .

٢ – الغشاء الكوريوني Chorion Membrane غشاء خارجي يحيط بالجنين والاغشية الجنينية الاخرى ، بالاضافة الى حماية الجنين فان له علاقة مباشرة في التغذية والتنفس والاخراج ما بين الام والجنين ، اذ عندما يتكون الغشاء يرسل أغشية أو زوائد كوريونية على شكل الاصابع تسمى الخملات الكوريونية Chorionic villi والتي تغوص وتتعمق في بطانة الرحم حتى تصبح نقطة حتمية لتبادل الغذاء والاكسجين والفضلات بين الام والجنين أو العكس .

٣ – كيس الصفار (المح) Yolk sac وظيفة الصفار الاساسية هو تزويد الجنين بالغذاء طيلة فترة الحضانة ، الا أنه في اللبائن غير مهم وذلك لأن الجنين يعتمد كليا على الام من حيث الغذاء والاكسجين والتخلص من الفضلات ، ولهذا نجد كيس الصفار أثريا في اللبائن (لاحظ الشكل ١٤ – ٧) . لكن الامر يختلف بالنسبة للزواحف والطيور والتي تتكاثر بالبيوض ، حيث أن أجنة الطيور والزواحف تعتمد على الصفار طيلة فترة الحضانة ، ولهذا نجد جداره مزود بشبكة من الاوعية الدموية لنقل الغذاء من الصفار الى الجنين ، وكلما صغر حجم كيس الصفار بسبب استهلاك الجنين للغذاء كلما انضمت جدرانه حتى يتلاشى بفقس البيضة .

٤ – كيس الالنتويس (المبار) Allantois Sac وهو كيس جمع الفضلات والنفايات النيتروجينية خاصة في الطيور والزواحف ، اذ لا بد لها من مكان خاص لجمع الفضلات خلال فترة تطور الجنين ، أما في الانسان فيعتبر كقنوات بولية أو اخراجية للجنين خاصة في الفترة الاولى من حياة الجنين ، بعدها يعتمد الجنين على الام اذ يتخلص من فضلاته عبر الشرايين السرية الى المشيمة فالام كما ذكرنا سابقا .

ثانيا : مرحلة الثلاثة الشهور الثانية : The Second Trimester

خلال الشهر الرابع تصبح حركة الجنين واضحة للام نظرا لكبر حجمه نسبيا اذ يصل طوله حوالي ١٤ سم ويزن ١١٥ غم ٠ ويمكن ملاحظة هيكله العظمي عن طريق الاشعة السينية ، كما ينمو الشعر على رأسه وعلى شكل زغب ، وفي نهاية الشهر الخامس يزداد في الحجم ويصبح طوله حوالي ٢٠ سم ووزنه ٢٥٠ غم تقريبا ، وفي هذه الفترة يمكن سماع دقات القلب التي تصل حوالي ١٢٠ ـ ١٦٠ ضربة في الدقيقة بواسطة جهاز السمع Stethoscope كما أن ابن خمسة اشهر يبدأ بفقدان وتعويض خلاياه والتي تستمر عادة مدى الحياة ، وفي هذه المرحلة تكون المشيمة قد نمت اكبر حتى أنها تغطي حوالي ٥٠٪ من الرحم ٠

خلال الشهر السادس يصل طول الجنين ٣٠ ـ ٣٦ سم ووزنه حوالي ٦٨٠ غم ، وفي نهاية هذا الشهر يصل درجة من النضج بحيث أن بعض التقارير العلمية تذكر أن الجنين قد يعيش خارج الرحم مع مساعدة قوية في الغذاء والتنفس في الحاضنة ٠

ثالثا : مرحلة الثلاثة الاشهر الاخيرة : The Final Trimester

يزداد الجنين في حجمه ووزنه بشكل ملحوظ وبسرعة لدرجة أن حجمه يتضاعف في هذه الفترة ، ولذلك يتطلب غذاء اكثر كما ينتج فضلات اكثر ، ولذلك فان الأم الحامل لا بد وأن يشتغل قلبها بشكل اكبر لتزويد الغذاء والاكسجين لفردين ، ولا بد لها أن تتنفس لفردين أيضا ، لذا يرتفع ضغطها كما تزداد دقات القلب وقد يصبح تنفسها صعبا خاصة عندما يضغط الجنين على الحجاب الحاجز ويبقى الحال كذلك حتى ينقلب الجنين ويصبح رأسه باتجاه عنق الرحم (الشكل ١٤ ـ ٧) قبل الولادة بعدة أسابيع ٠

وفي هذه المرحلة تنمو الخلايا العصبية بكثرة وبسرعة خاصةخلايا الدماغ ، ولهذا فان هذه المرحلة مهمة وحرجة لتشكيل خلايا الدماغ ، وعليه فان تناول الاغذية البروتينية من قبل الأم أمر ضروري وهام لبناء

خلايا الدماغ بشكل سليم ، كما أن تناول الكحول والمشروبات الروحية الاخرى قد تتسرب الى خلايا وأنسجة الجنين وتتلفها ٠

وفي نهاية المرحلة يبدأ الحليب بالتكون في الغدد الثديية ، وكذلك تكون الأم في مرحلة ليست لصالحها ، اذ أن ٨٥٪ من الكالسيوم والحديد الذي تتناوله يذهب الى تكوين العظام وخلايا دم الجنين على الترتيب ، ومن البروتين الذي تتناوله يذهب قسم كبير من النيتروجين لنمو الخلايا العصبية خاصة خلايا الدماغ ٠ وهنا يطرح السؤال التالي : اذا لم تستطع الأم الحامل من تناول الاغذية البروتينية فما أثر ذلك على معامل ذكاء الطفل ؟ في المتوسط ، وجد أن اطفال العائلات الامريكية الفقيرة لهم معامل ذكاء أقل من اطفال العائلات الغنية ، وهنا نتساءل هل غذاء الأم له علاقة بقلة معامل ذكاء الاطفال ، أم أن معامل ذكائهم قليل لأنهم فقراء ؟

وفي الشهر الأخير من الحمل يبطوء نمو الجسم وفي ذلك حكمة ، اذ أن استمرار نمو الجنين بالمعدل السابق يعني أن الجنين سوف يصل وزنه الى حوالي ٩٠ كغم عند الولادة !

الولادة : Birth

قبل الولادة بعدة أسابيع يتغير وضع الجنين بالتدريج حتى يصبح راسه باتجاه عنق الرحم في ٩٥٪ من حالات الولادة (لاحظ الشكل ١٤ ــ ٧)، ويكون الجنين جاهزا للولادة بعد ٣٨ اسبوعا (٢٦٦ يوما) من الاخصاب ، او ٢٨٠ يوما بعد الطمث (الحيض) أو الدورة الشهرية الاخيرة للانثى ٠ وبالرغم أنه من الصعب تحديد يوم الولادة بالضبط الا أنه يمكن التنبوء بميعاد الولادة في حدود عشرة أيام (اكثر أو أقل) ، وعليه يمكن حساب موعد الولادة كما يلي : يضاف (٧) أيام لليوم الأول من آخر دورة طمث ثم يطرح ثلاثة أشهر ويضاف سنة كاملة ، ولتوضيح ذلك ، اذا حدثت آخر دورة حيض في ٢ آذار ١٩٨٠ ، فان احتمال موعد الولادة يحسب بالكيفية التالية :

٢ آذار ١٩٨٠ + ٧ أيام - ٣ اشهر + ١٢ شهراً = ٩ كانون أول ١٩٨١ · (الشكل ١٤ ـ ٨) نموذج يوضح كيفية حدوث المرحلة الثانية من ولادة الطفل ، بينما (الشكل ١٤ ـ ٩) يوضح عملية ولادة طفل في أحد المستشفيات ، وقبل الولادة تبدأ تقلصات وانقباضات الرحم لدفع الجنين للخارج وهذا ما يسمى بالمخاض Labor وهذه التقلصات هي الاشارة الاولى لبدء عملية الولادة وبالتالي الانطلاق الى مستشفى الولادة وغرفة العمليات ، ويستغرق المخاض ما بين ٨ ـ ١٨ ساعة ويقسم الى ثلاث مراحل هي :

١ ـ مرحلة الاتساع أو التمدد Dilation Stage وتستغرق ما بين ٢ ـ ١٦ ساعة وتطول هذه المرحلة خاصة في الاناث التي تضع لأول مرة ، وتبدأ عادة بانقباضات الرحم وتنتهي باتساع عنق الرحم لدرجة يسمح لخروج الوليد ، في بداية المرحلة ، تشعر الحامل بانقباضات الرحم مرة كل ١٥ ـ ٢٠ دقيقة وبدرجة متوسطة ، وفي نهاية المرحلة تكون انقباضات الرحم قوية ومتعاقبة مرة كل دقيقة الى دقيقتين (لاحظ الشكل ١٤ـ٨ـب) وتنتهي باتساع عنق الرحم ليصل قطرة حوالي ١٠ سم ليسمح بخروج الوليد ، كما ينشق الغشاء الأمنيوني (الرهلي) وينزل السائل متجها الى الخارج · هذا وتشعر الحامل بآلام المخاض في منطقة الظهر السفلية ثم تمتد للجوانب حتى تصل مقدمة البطن ·

٢ ـ مرحلة خروج الوليد Expulsion Stage تستغرق هذه المرحلة ما بين ٢ ـ ٦٠ دقيقة ، وفيها يبدأ ظهور راس الوليد في عنق الرحم ، وتتوالى انقباضات وتقلصات الرحم والتي تستمر كل انقباضة ٥٠ ـ ٩٠ ثانية وعلى فترات متقاربة جدا (دقيقة الى دقيقتين) تنتهي بخروج الطفل خلال المهبل للخارج ، ويكون الطفل عادة متصلا بالحبل السري (لاحظ الشكل ١٤ ـ ٩ ـ د) حيث يقوم الطبيب بربطه وقطعه · ان قطع الحبل السري يعني قطع مصدر الاكسجين والغذاء للطفل ولهذا لا بد وان يبدأ حياته منفصلة عن الأم خاصة بالتنفس الهوائي ولعل بكاء الطفل بعد الولادة مباشرة يساعده في ذلك ·



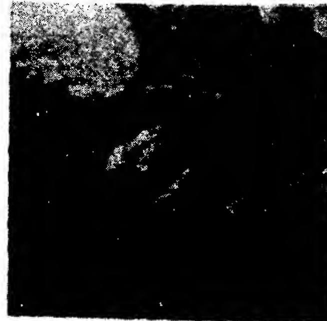
الشكل ١٤-٨
نموذج يبيّن المرحلة الثانية لعملية الولادة [Clark، 1979، P.391]



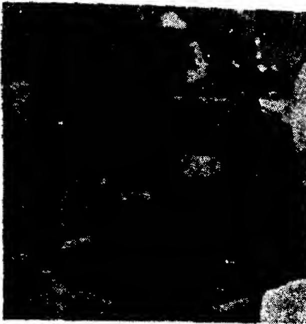
أ. الأم في غرفة الولادة



ب. انقباض الرحم بشكل قوي



ج. ظهور الطفل



د. الطبيب يمسك الطفل

الشكل ١٤-٩
عملية ولادة طفل في أحد المستشفيات [Curtis1977، P.343]

٣ ـ مرحلة خروج المشيمة Placental Stage بعد ولادة الطفل تنفصل المشيمة (الخلاصة) وتخرج خارج الجسم بفعل تقلصات الرحم ويصحب ذلك خروج سوائل الحمل وبعض الدم الذي ينتج عن تمزق المشيمة مما يتوجب على الأم أن تتغذى تغذية جيدة كما ونوعا .

تنظيم الحمل (النسل) : Birth Control

تشير التقارير العلمية الى أن عدد سكان العالم بازدياد مستمر بينما مصادر الغذاء تكاد تكون محدودة ، زد على ذلك أن الأرض الصالحة للزراعة تقل تدريجيا خاصة وأن حركة العمران أخذت تجتاح الاراضي الزراعية ، كما اصبحت الحياة اليوم معقدة في عصر العلم والتكنولوجيا واصبحت تكاليف المعيشة والتعليم والصحة ... عالية لدرجة أن ملايين العائلات لا تستطيع تحمل ذلك ، ولذلك أخذت دول كثيرة توجه شعوبها لتحديد النسل أو لتنظيم العائلة Family Planning ، وبالرغم أن لكل عائلة ظروفها الخاصة ومبرراتها ، الا أن هناك مبررات كثيرة عالمية تدعو الى تشجيع تنظيم العائلة أو تحديد النسل ، من هذه المبررات ما يلي :

١ ـ الزيادة الكبيرة في عدد سكان العالم ، فقد أعلن المؤتمر الدولي للتخطيط العائلي أن سكان العالم يتزايدون بمعدل ثمانين مليون شخص سنويا حاليا ، ومن المتوقع أن تبلغ الزيادة مائة مليون مع نهاية القرن الحالي .

٢ ـ الرقعة الزراعية محدودة ، الزيادة في السكان جعلت ملايين الناس يزحفون الى الاراضي الزراعية باقامة البنايات والمصانع والمشاريع المختلفة لدرجة أن هناك دولا أخذت تصدر القوانين والانظمة للحد من خطر نقصان الارض الزراعية ، ودعت للزيادة في الانتاج العمودي بدلا من التوسع الافقي ما أمكن ذلك .

٣ ـ تكاليف الحياة اصبحت عالية في ظل العلم والتكنولوجيا حاليا عند مقارنتها بتكاليف الحياة قبل عقدين من الزمن .

٤ ـ من الناحية التربوية ، يمكن الاعتناء بطفل أو طفلين بصـورة افضل من الاعتناء بعدة اطفال ٠

٥ ـ اتجاه المرأة نحو العمل أو الوظيفة وبالتالي اتجاه النساء نحو ما يعرف بحرية المرأة ومشاركة الرجل بشتى الاعمال والوظائف ٠

٦ ـ اعتبار الناحية الصحية للمرأة ، اذ أن كثرة الحمل والولادة وعمل البيت يرهق صحة المرأة وربما يلحق بها الضرر ٠

٧ ـ مبررات شخصية ، كالحرية الشخصية والحالة المادية وكثرة سفر وترحال الوالدين ٠٠٠ الخ ٠

٨ ـ مبررات وأبعاد سياسية ، وهذا يتوقف على الدولة أو المجتمع أو الفرد ونظرته الى الموضوع ككل ، فقد يكون هناك مبرر سياسي للحد من النسل ، وقد يكون البعد السياسي عكس ذلك وبالتالي تشجيع النسـل ٠

بالرغم أن المبررات السابقة يمكن دحضها نقطة نقطة ، الا أننا لسنا في مجال مناقشتها أو حتى الدعوة اليها ، فذلك متروك للعائلة نفسها لاتخاذ القرار المناسب ٠

ومهما يكن الأمر ، هناك طرق عديدة يمكن اتباعها لمنع الحمل ، بعضها يمكن استخدامها دون نصيحة أو مشورة الطبيب والبعض الآخر لا بد من استشارة الطبيب ، وطرق منع الحمل Contraceptives كثيرة يتوقف اختيار الطريقة على التفضيل الشخصي والناحية النفسية والمعتقدات الدينية والتاريخ الطبي للمرأة ٠ وحيث أن هناك عددا كبيرا من العائلات ترغب في تحديد النسل لكنها لا تعرف الشيء الكافي عن هذه الطرق خاصة فعاليتها وتأثيراتها الجانبية ، لهذا نورد فيما يلي بعض هذه الطرق :

أولا : طريقة الدورة الشهرية : The Rhythm Method

ذكرنا سابقا أن المبيض (بالتناوب) يفرز بويضة واحدة شهريا بعد أن تصل الأنثى سن البلوغ ، فاذا صادفت هذه البويضة حيوانا منويا

تم الاخصاب والحمل والولادة · ولكن كيف يمكن تجنب ذلك ؟ ان القاعدة العامة والمبدأ العلمي لهذه الطريقة هو أن التبويض (الاباضة) Ovulation يحدث قبل الطمث (الحيض) أو بداية الدورة بـ ١٤ يوما ، وقد تزيد لتصل ٣١ أو ٤٠ يوما ، والشائع عند معظم النساء هو ما يقارب من ٢٨ يوما ، وعليه فان التبويض يحدث في اليوم الرابع عشر من الدورة ، ولذا من لا يريد حملا عليه أن يتجنب الالتقاء بزوجته في هذا اليوم بالذات ، ولما كانت البويضة تبقى حية ٢٤ ساعة والحيوانات المنوية ٤٨ ساعة ، ولضمان عدم الاخصاب وزيادة في الاحتياط ، ينصح بعدم الاتصال بالزوجة في فترة أطول لضمان ذلك والتي تقع ما بين ١٠ ــ ١٧ يوماً من الدورة ، بينما يمكن الالتقاء بالزوجة في الايام الباقية ·

أما اذا كانت الزوجة لها دورة شهرية أقل من ذلك ، على فرض ٢٥ يوما ، فحسب القاعدة السابقة يكون احتمال التبويض في اليوم الحادي عشر (٢٥ ــ ١٤ = ١١) ، ويفضل بالطبع تجنب الاتصال بالزوجة لفترة لا تقل عن ٣ ــ ٤ أيام لضمان منع حدوث الاخصاب والتوسع بالاحتياط ، وكذلك احتمال التبويض لامرأة دورتها الشهرية ٣١ يوما هو اليوم السابع عشر (٣١ ــ ١٤ = ١٧) ويمكن تجنب الالتقاء بالزوجة لعدة ايام حول هذا التاريخ وهكذا ·

اذا كانت الدورة الشهرية للمرأة منتظمة ومعروفة يمكن أن تكون هذه الطريقة جيدة وفعالة اذ تصل نسبة نجاحها حوالي ٧٩ ــ ٨٧٪ بينما احتمالية الحمل تتراوح ما بين ١٣ ــ ٢١٪ سنويا ، في حين وجد عند عدم استخدام اي طريقة لمنع الحمل أن معدل احتمالية الحمل هو ٨٠٪ سنويا ، وهكذا فان استخدام هذه الطريقة بشكل صحيح يؤخر عملية الحمل حوالي ٢ ــ ٣ سنوات وهذه فترة مقبولة عند كثير من العائلات ، أما اذا كانت الدورة الشهرية للمرأة غير منتظمة ، بمعنى مرة ٣٠ يوما وأخرى ٢٥ يوما وثالثة ٣٢ وهكذا فانه من الصعب اتباع هذه الطريقة ، واذا اضطرت العائلة لاتباعها فما على العائلة الا أن تأخذ معدل هذه الدورات ومن ثم الاتساع في الاحتياط لتجنب الحمل ، وهكذا كلما كانت الدورة الشهرية منتظمة والعائلة متعلمة كلما تحسنت فعالية هذه الطريقة ·

ثانيا : طريقة الاقراص : The Pill Method

وتسمى هذه الطريقة أحيانا بطريقة « الهرمونات الصناعية أو المركبة »، ومختصرها أنه تم تصنيع مواد كيماوية مشابهة لهرمونات البروجستيرون والاستروجين ، والمبدأ العلمي لها انها تمنع التبويض ، حيث ما دام مستوى هرمون البروجستيرون موجود بالدم بتركيز معين فانه يحول دون نضوج حوصلة جراف وبالتالي يمنع التبويض ، ولهذا تسمى الدورة Anovulatory Cycle بمعنى دورة شهرية بدون تبويض ٠

الطريقة المتبعة لاخذ الاقراص هو أن تبدأ المرأة بأخذ القرص الاول في بداية اليوم الخامس من الدورة الشهرية وتستمر في أخذ الاقراص في اليوم السادس والسابع ٠٠٠ حتى اليوم الرابع والعشرين ، عندها تتوقف عن أخذ الاقراص ، وهكذا تكون المرأة ، قد تناولت ٢٠ قرصا غطت الفترة التي قد يحتمل أن يكون فيها فترة تبويض واخصاب ٠ واذا صدف أن الحيض لم يحدث بعد أن توقفت المرأة عن أخذ الاقراص ، فتنصح المرأة أن تبدأ دورة جديدة بأخذ ٢٠ قرصا بعد سبعة أيام من آخر يوم أخذت فيه الاقراص ٠

تعتبر هذه الطريقة سهلة ورخيصة اذ قدر ما يزيد عن خمسين مليون امرأة في العالم تستخدم هذه الطريقة ٠ ولعل ذلك يعود الى سهولة استخدامها حيث تباع الاقراص على صورة عبوات (لاحظ الشكل ١٤ ــ ١٠ ــ ب) ويتم تناولها بواسطة البلع بالفم ، وفعاليتها عالية جدا تصل ١٠٠٪ ، لكن الخطأ في الحساب أو خطأ الصيدلي في صرف العلاج يجعل فعاليتها تصل ٩٥٪ أو يزيد ٠

هناك بعض المعارضين لتناول اقراص منع الحمل وذلك لاحتمال تاثيراتها الجانبية ، فكونها علاجا قويا لذا يمكن أن يكون لها تأثيرات أو مساوىء جانبية مما يجعل بعض النساء يتجنبن استخدامها ، من هذه التأثيرات صداع الرأس والدوخان والاستفراغ والغثيان وكبر حجم الثديين وزيادة في الوزن ٠ علاوة على هذا فان استخدام الاقراص لا تزال مجال

مناقشة طويلة مـــن حيث كونها تساعــد على تجلط أو تخثر الــدم Thromboembolism حيث أشارت بعض الدراسات أن النساء اللواتي يتناولن أقراص منع الحمل أن معدل اصابتهن بأمراض القلب أو انفجار شرايين الدماغ يزيد ثمانية أضعاف عمن لا يتناولها ، ولهذا تنصح النساء اللواتي يستعملن الاقراص بمراجعة الطبيب وفحص ضغط الدم عندهن بانتظام . وهذا بالطبع أثار دراسات أخرى خرجت بنتائج متضاربة ، وباختصــار يمكن القول بأن معظم التقارير العلمية تشير الى ندرة احتمالية وجود تأثيرات جانبية خطيرة جدا لاستخدام الاقراص ، وان وجدت تكون في نسبة قليلة جدا من النساء اللواتي عندهن حساسية كبيرة لاستخدام العلاجات والعقاقير الطبية ، ويقل الخطر كلما راجعت المرأة الطبيب بصورة منتظمة وفي أول اشارة تشعر بوجود شيء غير صحي . ولذلك لا عجب أن نجد بعض العلماء اليوم ، انطلاقا من المبدأ العلمي وهو أن وجود مادة بروتينية غريبة بالجسم في غير أماكن وجودها تؤدي الى تولد أجسام مضادة ، يعمل هؤلاء العلماء (في أمريكا) لايجاد طريقة جديدة لمنع الحمل تعتمد على تطعيم المرأة بالنطف (الحيوانات المنوية) لتتكون عندها مناعة ضدها ولمدة كافية . كما يعمل فريق آخر لايجاد عقاقير أو اقراص خاصة بالرجال لقتل الحيوانات المنوية دون التأثير على القدرة الجنسية وذلك لتجنب المخاطر التي قد تتعرض لها المرأة وكل هـــذا وذاك لا يزال في المراحل التجريبية .

ثالثا : طريقة اللوالب : Intra-Uterine Device (I.U.D)

يقال أن العرب هم أول من استخدم فكرة هذه الطريقة ، فلقد ذكر أن العرب نتيجة لخبراتهم كانوا اذا سافروا لمدة طويلة يلجأون الى وضع «حجر» أو شيء آخر صلب في رحم الناقة على اعتبار أن ذلك يحول دون أن تحمل الناقة وبالتالي يمكن تحميلها اغراضا كثيرة ، وبالفعل كانت الطريقة تنجح من حين لآخر .

أخذ العلماء هذه الفكرة وحاولوا الاستفادة منها وذلك بتعديلها وكان ذلك في بداية الستينات اذ تبين أن وضع شيء غريب في رحم المرأة يحول

دون حملها غالبا ، ثم تطورت الفكرة وأخذوا يضعون أجهزة وتركيبات لولبية معدنية مختلفة الشكل سميت نسبة لمخترعها بحلقات أو لوالب جرافنبرج Grafenburg rings وكانت وقتئذ مصنوعة من الفضة أو البلاتين · لكنها اليوم عدلت وطورت اذ يوجد منها نماذج كثيرة من معادن غير قابلة للصدأ ومن مواد بلاستيكية أو نحاسية وعلى اشكال مختلفة (لاحظ الشكل ١٤ ــ ١٠ ــ أ) ·

والطريقة المتبعة هو أن تراجع المرأة الطبيب ليقوم بوضع اللولب داخل الرحم بعد حدوث الطمث عادة ، ويجب التأكـد من أنه في المـكان الصحيح من حين لاخر ولهذا يوجد ما يشبه الخيط لكل لولب تستطيـع المرأة بنفسها التأكد من وجوده في المكان الطبيعي ·

فعالية هذه الطريقة عالية جدا قد تصل الى ٩٧٪ ، واذا حدث حمل فلعل ذلك يرجع لاحد سببين : اما أن اللولب قد تغير مكانه أو أن الحمل حدث رغم وجوده في مكانه الصحيح وهذا ناتج من النسبة الباقية (٣٪) · ورغم ذلك فان استعمال اللولب شائع جدا خاصة في الدول النامية ويرجع ذلك لرخصة ولكونه لا يحتاج الى عناية أو يستلزم أن تكون المرأة متعلمة ما دام اللولب في مكانه الطبيعي ، الا أنه ينصح بمراجعة الطبيب سنويا أو كل ٢ ــ ٣ سنوات للتأكد منه أو استبداله · أما بعض تأثيراته الجانبية فهي شعور المرأة بألم في الحوض وزيادة في كمية دم الحيض ولا علاقة له بسرطان الرحم ·

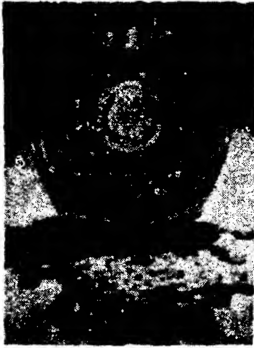
أما المبدأ العلمي لاستخدامه فلا يوجد تفسير علمي قاطع لذلك ، لكن رغم ذلك يقترح العلماء بعض التفسيرات لعمله منها :

أ ــ قلة من التقارير العلمية تشير الى أن وجود جسم غريب في الرحم يعني «الحمل» وبالتالي لا يحدث تبويض ، الا أن معظم التقارير العلمية تدحض ذلك وتؤكد حدوث التبويض عند المرأة ·

ب ــ تشير تقارير علمية أخرى أن التبويض يحدث كما يحدث الاخصاب ، الا أن وجود اللولب في الرحم يمنع انبات البويضة في جدار



أ. نوع من اللولب



ب. الأقراص

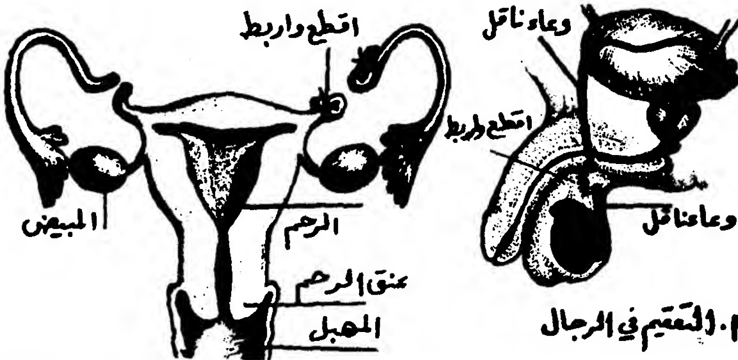


ج. حواجز غشائية



د. حاجز المهبل

الشكل ١٤-١٠
أنواع مختلفة لتنظيم الحمل [Goldsby ،1979، P. 634-636]



أ. التعقيم في الرجال

ب. ربط قنوات البيض (الأنثى)

الشكل ١٤-١١
طرق أخرى لمنع الحمل (عمليات جراحية) [Wallace، P.182، Clark، P.404]

الرحم · ويفسر البعض ذلك ان وجود اللولب يسرع في حركة البويضة المخصبة في قناة البيض وبالتالي تصل الرحم قبل أن يتهيأ لعملية الاتبات فتصل عنق الرحم والمهبل وتتحلل وتموت هناك ·

جـ ـ تقارير أخرى تشير الى أن وجود اللولب يشجع الرحم نفسه في افراز مواد سامة تعمل على تحطيم وقتل البويضة المخصبة ، مما دعا بعض الاشخاص للاعتقاد أن مثل هذه الطريقة «اجهاض» اكثر منه مانعة حمل ·

رابعا : طريقة العمليات الجراحية : Surgical Operation Method

قد يتفق الزوجان بعد انجاب العدد الكافي أو المرغوب من الاطفال ، الى اللجوء الى عمليات جراحية في الجهاز التناسلي لاحدهما أو كليهما وهي نوعان :

١ ـ التعقيم Sterilization وهي خاصة بالرجال ، وتعتبر اكثر طرق موانع الحمل أماناً ومن أرخصها · فبالنسبة للرجل ، ما عليه الا ان يذهب للطبيب فيجري له تخدير محلي بعدها يقطع الاوعية الناقلة للحيوانات المنوية ويطوي كل وعاء على نفسه ويربطه (لاحظ الشكل ١٤ ـ ١١ ـ أ) وتسمى هذه العملية Vasectomy وهنا يجب ملاحظة أن الخصية تبقى كما هي ولا تتأثر القدرة الجنسية للرجل أبدا وأنه ينتج حيوانات منوية كالعادة لكنها لا تصل مهبل الانثى لعدم وجود طريق لذلك ، وغالبا ما تموت هذه الحيوانات المنوية وتمتص أو تهاجم بفعل كرات الدم البيضاء هذا ويمكن اجراء هذه العملية في مكتب الطبيب واتمامها خلال نصف ساعة فقط ·

٢ ـ ربط الانابيب أو قنوات البيض Tubal Ligation وهي خاصة بالانثى ، وطريقة مناظرة للتعقيم عند الرجال · لكنها اصعب من نظيرتها في الرجل ، اذ تعتبر عملية جراحية رئيسية وهي بحاجة للبقاء في المستشفى لمدة معينة ، وتجري العملية بعد آخر ولادة · وملخصها أن تقطع قنوات البيض وتطوى على نفسها وتربط (لاحظ الشكل ١٤ـ١١ـب) ولتسهيل هذه الطريقة يلجا بعض الاطباء الى ادخال ابرة أو أداة خاصة خلال المهبل والرحم فقنوات البيض ، ثم يجري «كي» Cauterization

بداية القنوات كهربائيا والعمل على اغلاقها ، وبالتالي تمنع نزول البويضة للرحم أو وصول الحيوانات المنوية للبويضة التي تتلاشى دون تأثير على المرأة • فعالية هذه الطرق ١٠٠٪ ، الا أن كثيرا من الناس يعارضون هذه الطريقة ، وذلك كونهما غير قابلتين للاصلاح مرة ثانية فيما اذا رأى الزوجان ذلك أو تم تفريق بينهما لسبب أو آخر • ولهذا يحاول العلماء اعادة وصل الاوعية المنوية الناقلة ، وحديثا تبين أنها بحاجة لعملية جراحية اكبر من سابقتها وأن نسبة النجاح تصل ٨٠٪ في الرجال ، أما في النساء فان اعادة ربط قنوات البيض بحاجة الى عملية جراحية اكثر تعقيدا ونادرا ما يتم نجاحها •

خامسا : طريقة استخدام الحواجز الميكانيكية : Mechanical Barriers

تعتبر هذه الطرق أقدم طرق موانع الحمل استخداما ، فقد عرفت واستخدمت قبل الاقراص أو اللوالب ، وتتلخص الطريقة بأن يلجأ الزوجان احدهما أو كلاهما الى استخدام أغشية مختلفة لزيادة الاحتياط عند الجماع • والمبدأ العلمي لهذه الطرق هو منع وصول الحيوانات المنوية الى البويضة واخصابها ، ومن هذه الحواجز ما يلي :

١ ـ حواجز غشائية لرجال Condoms ، وهي عبارة عن أغشية مطاطية انبوبية (لاحظ الشكل ١٤ ـ ١٠ ـ ج) يضعها الرجل على العضو الذكري قبل الجماع وبالتالي تحول دون وصول الحيوانات المنوية للبويضة ، نسبة نجاحها عالية تصل ما بين ٩٠ ـ ٩٧٪ •

٢ ـ حاجز المهبل Vaginal Diaphragm ، وهو عبارة عن حاجز مطاطي مرن (لاحظ الشكل ١٤ ـ ١٠ ـ د) تضعه الانثى داخل المهبل ، وقد يستخدم معه مادة هلامية قشدية اللون لاحكام اغلاق الحاجز أو لقتل الحيوانات المنوية وتقليل فعاليتها • وعليه ، فان الحاجز يعمل على منع وصول الحيوانات المنوية للبويضة • فعالية هذه الطريقة عالية تصل ما بين ٨٣ ـ ٩٧٪ أما نواقص هذه الطرق فتتلخص في نسيان استخدامها خاصة أثناء التهيج الجنسي أو تعرضها للتمزق مما يقلل من فعاليتها ، بالاضافة الى أن عدم استخدام الحجم المناسب منها يزيد من احتمالية الحمل عند المرأة ، وقد يفقد الزوجان بعض اللذة الجنسية اثناء الجماع •

الفصل الخامس عشر

الوراثة في الانسان   Human Genetics

هل قرات أو سمعت أن امراة ولدت طفلا يشبه القط ؟ أو بقرة ولدت صغيرا بشكل الأفعى ؟ أو زرعت قمحا وحصدت فولا ؟ أو هل أكلت تفاحة وكان مذاقها كمذاق اللحم المشوي ؟ طبعا لا ، كل هذا بسبب الصفات الوراثية للكائن الحي ، والعلم الذي يدرس الصفات الوراثية وانتقالها من الآباء الى الابناء ويبحث في تفسير اسباب التشابه والاختلاف بين الافراد التي تجمعها صلة القرابة ومعرفة نظم انتقال هذه الصفات من جيل الى جيل يسمى علم الوراثة Genetics ·

تعتبر الوراثة بوجه عام ووراثة الانسان بشكل خاص ذات أهمية كبيرة من الناحيتين النظرية والتطبيقية ، فالاسس الوراثية وآلية التوريث في جميع الكائنات الحية ، بما فيه الانسان ، هي واحدة تقريبا ، ولو أن الانسان بامتلاكه جهازا عصبيا راقيا يستطيع أن يعدل ويتحكم في كثير من ظروف بيئته والسيطرة عليها نسبيا من أجل تحسين ظروف معيشته في الحياة · والانسان بطبيعته ليس مادة نموذجية للابحاث الوراثية اذ ان هناك صعوبات كثيرة تعيق دراسة الوراثة في الانسان منها ما يلي :

١ ـ لا يمكن التحكم في التزاوج في النوع البشري لاسباب دينية واخلاقية واجتماعية ·

٢ ـ طول عمر الانسان ، وهذا لا يتيح لباحث واحد أن يتتبع اكثر من بضعة اجيال على الاكثر ·

٣ ـ طول فترة البلوغ ، من الصعب جدا اجراء تزاوجات بين أفراد النوع البشري قبل سن الرابعة عشرة على الاقل ، أي لا بد للباحث أن ينتظر مدة طويلة حتى يصل الفرد سن البلوغ لانتاج الخلايا التناسلية ·

٤ ــ عدد الافراد الناتجة قليــل ، فالمرأة تلد مولودا واحداً عــادة وهذا قليل جدا اذا ما قورن بكائنات حية أخرى ، وهكذا يكون عدد افراد الاسرة قليلا غير كاف للدراسات الوراثية وابحاثها ·

٥ ــ كثرة عدد الكروموسومات ، فالخلايا الجسدية تحتوي على ٤٦ كروموسوما والخلايا التناسلية تحتوي على ٢٣ كروموسوما وبالتالي يصعب على الباحث تتبع سلوك هذا العدد الكبير من الكروموسومات ·

٦ ــ بعض الصفات الوراثية في الانسان يتحكم فيها اكثر من زوج واحد من الجينات ، أي تقع تحت سيطرة عدة جينات كلون الجلد والطول ··· الخ ·

٧ ــ طول مدة الحمل ، اذ تبلغ حوالي تسعة اشهر وهذه مدة طويلة بالمعايير البيولوجية لدراسة أو متابعة الابحاث الوراثية ·

٨ ــ من الصعب وضع الانسان تحت اختبارات تجريبية كدراسة تأثير صفات معينة اذا ما قورن ذلك بكائنات حية أخرى ·

وهكذا نجد أن الدراسات للصفات الوراثية في الانسان ، ليست بالامر الهين ، فالانسان بطبيعته ليس مادة نموذجية للابحاث الوراثية ، برغم ذلك فان الانسان قد يدخل في حياته في زيجات مناسبة للدراسات الوراثية ، هذا وتعتمد الدراسات الوراثية في الانسان اما على دراسة العائلات وسجلات النسب Pedigrees أو دراسة التوائم أو عن طريق دراسة الوراثة السيتولوجية للانسان التي قد تعطي انحرافات مظهرية مختلفة عن الشكل العادي أو الطبيعي · وباختصار ، فلقد دلت جميع التجارب على تأكيد القوانين المندلية على معظم الكائنات الحية ، وأن الاسس الوراثية وآلية التوريث هي واحدة تقريبا في جميع الكائنات الحية بما فيه الانسان ·

يعتبر جريجور مندل G. Mendel (١٨٢٢ ــ ١٨٨٤) واضع حجر الاساس لعلم الوراثة ، فاليه يرجع الفضل الاول في كشف طلاسم الوراثة ووضع قوانين عامة ومحددة لعلم الوراثة ، فبعد عدة تجارب أولية ، وقع

اختياره على نبات البازيلاء (لماذا ؟) حيث لاحظ اختلافا كبيرا بينها ، فبعضها طويل وبعضها قصير ، منها ما له بذور ملساء ومنها ما له بذور مجعدة ، وألوانها ما بين أصفر وأخضر ··· الخ ، عندها قام بتهجين السلالات القصيرة ، وكرر ذلك بملاحظة صفات وراثية أخرى ، وأدت تجاربه الطويلة النهائية الى وضع قانونين هامين هما :

القانون الاول : قانون انعزال الصفات : Law of Segregation

عندما هجنت نباتات طويلة بأخرى قصيرة كانت ابناؤهما كلها طوالا (الجيل الاول) ، وعندما لقحت تلك الابناء الطويلة كان حوالي ¾ الجيل طويلا ، والباقي (¼) قصيرا (الجيل الثاني) ، وأطلق مندل على الطول صفة سائدة وعلى القصر صفة متنحية · وكل صفة وراثية في الكائن الحي تمثل بعاملين وراثيين ينفصلان أو ينعزلان عند تكوين الخلايا التناسلية (الجاميتات) ، وقد عمم هذا القانون حتى اصبح ينص كما يلي :

« اذا اختلف فردان في زوج من الصفات المتضادة (طويل : قصير) فانهما ينتجان بعد تلقيحهما جيلا به صفة أحـــد الفردين فقط (الطول) وهي الصفة السائدة ، وعندما يتم التلقيح بين افراد الجيل الاول تظهر الصفتان معا في الجيل الثاني بنسبة ٣ صفة سائدة الى ١ صفة منتحية » ·

القانون الثاني : قانون التوزيع الحر :
Law of Independent Assortment

يتعلق هذا القانون بدراسة صفتين وراثيتين متضادتين أو اكثر معا ، ونتيجة لتجارب مندل المتعددة توصل الى أن كل زوج من الصفات الوراثية يورث مستقلا عن غيره من الصفات الوراثية الاخرى ، بمعنى أنه لا يوجد علاقة بين صفتي زوج ما وصفتي الزوج الاخر في توزيع كل منهما ، هذا وقد عمم القانون واصبح ينص كالتالي : « اذا اختلف فردان في اكثر من زوج من الصفات المتضادة ثم تزاوجا فان كل زوج من هذه الصفات يورث مستقلا عن غيره من الصفات الأخرى ، كما تورث كل صفتين متضادتين في الجيل الثاني بنسبة ٣ الى ١ » ·

بعد تطور علم الوراثة ، أطلق العلماء لفظ جينات Genes على العوامل الوراثية المتحكمة بالصفات السائدة والصفات المتنحيـة (المتواريـة أو المستترة) وأصبح عندها علم الوراثة يختص بدراسة الجينات ، واصبحت الصفات الوراثية تعليمات كيميائية تنحدر من الآباء عن طريق الخلايا التناسلية (المبايض والخصى) في جزيئات الحامض النووي الديؤكسيريبوزي المعروف عالميا باسم DNA ·

مصطلحات وراثية : Genetic Terminology

ترد في هذا الفصل تعابير أو مصطلحات لها معنى وراثي معين لا بد من الاشارة إليها ، منها ما يلي :

الجينـــات : Genes

وحدات وراثية محمولة على الكروموسومات وتنتقل من جيل الى جيل بواسطة الامشاج التناسلية (البويضات والحيوانات المنوية) وتتحكم في نمو صفات الفرد المتكون ·

التركيب الوراثي : Genotype (Genetic Mak-Up)

مجموع العوامل الوراثية (التركيب الجيني للكائن الحي) التي يمتلكها الكائن الحي والتي ورثها من أبويه خلال الامشـاج التناسلية ، والعوامل الوراثية غير منظورة عادة أي لا يمكنا ملاحظة التركيب الوراثي للكائن الحي مباشرة ·

التركيب الشكلي (الظاهري) : Phenotype

عبارة عن الشكل الظاهري (مظهر الفرد) للكائن الحي ، والذي غالبا ما يمكن ملاحظته كصفة الطول أو القصر أو لون الجلد ··· الخ وتأتي تعبيرا ظاهريا للتركيب الوراثي ·

متماثل الجينات (أصيل) : Homozygote

وهـو الفرد الذي يحتـوي في تركيبه الوراثي على عوامـل وراثيـة (جينات) متماثلة ، بالرموز RR أو rr وهكذا ، وهذا ينطبق على صفة معينة أو أكثر من صفة ٠

متخالف الجينات (خليط) : Heterozygote

وهو الفرد الذي يحتوي في تركيبه الوراثي على جينات وراثية مختلفة ، وبالرموز Rr أو Tt وهكذا ، وهذا ينطبق أيضا على صفة معينة أو اكثر ٠

صفة سائدة : Dominant trait

صفة وراثية تظهر في الفرد حتى اذا كانت جينتها موجودة في واحد فقط من الكروموسومين المختصين ، لكن هذا الفرد ينتج خلايا جنسية (عند تكوين الجاميتات) يحمل نصفها الجينة السائدة بينما يحمل النصف الآخر الصفة المتنحية ٠ ويرمز لعامل الصفة السائدة بالحرف الاول الكبير من اللفظ الدال على الصفة ٠

صفة متنحية (مستتره) : Recessive Trait

صفة وراثيـة لا تظهر في التركيب الشكلي في الفرد الا اذا خـلا الكروموسان المختصان كلاهما من الجينة السائدة المقابـلة لجينهـا ، ولن ينتج هذا الفرد ابناء متماثلين فيهذه الصفة الا اذا تزاوج بفرد مثله أي لا يحمل الجينة السائدة ٠ ويرمز لعامل الصفة المتنحية بالحرف الاول الصغير من اللفظ الدال على الصفة ٠

الاجسام المضادة : Antibodies

يشير الى أنه اذا دخلت أي مادة بروتينية أو حقن بها دم انسان ، فان خلايا دم ذلك الانسان تفرز مادة تتفاعل مع البروتين المحقون تعرف بالاجسام المضادة ٠

الانتجين (مولد المضاد) : Antigen

هي المادة البروتينية الغريبة التي حقن بها دم الانسان والتي يتسبب عن وجودها انتاج الاجسام المضادة ·

التجمع (التلاصق) : Agglutination

يشير الى الحالة التي يتجلط فيها الدم عندما يكون الانجين على شكل خلايا أو دم غريب مما يسبب تفاعلا بين الانتجين والجسم المضاد له المفرزة من الجسم وتشكل تجمعاً وتراصا في الدم فتغلق الاوعية الدموية وتعطل الخلايا عن القيام بوظائفها وبالتالي تعرض الشخص المصاب لخطر الموت ·

الكروموسومات : Chromosomes

الكروموسومات (عربة الوراثة) خيوط رفيعة مسؤولة عن حمل الجينات الوراثية ، وكل نوع من الكائنات الحية يملك في نواته عددا ثابتا من الكروموسومات في أزواج متماثلة ، فالانسان عدد كروموسوماته (الخلايا الجسدية) ٢٣ زوجا ، والشمبانزي ٢٤ زوجا،والبازيلاء ١٤ زوجا ،وقصب السكر ٤٠ زوجا ، والذرة ٢٠ زوجا ، وذبابة الفاكهة ٨ أزواج · أما الخلايا التناسلية (بعد حدوث الانقسام الاختزالي) فتحتوي على العدد الاحادي أو الفردي للكروموسومات الأصلية ، وعليه فان عدد كروموسومات الخلايا التناسلية في الانسان ٢٣ ، والشمبانزي ٢٤ والذرة ٢٠ كروموسوما وهكذا ·

يحمل الكروموسوم وحدات تركيبية تسمى الجينات وهي أجزاء من شريط DNA مع الكروموسومات تحمل معلومات وراثية معينة ، ويقابل كل جين على الكروموسوم الآخر جين نظير يسمى الأليل Allele وهكذا نجد كل صفة وراثية عادة تقع تحت سيطرة زوج واحد من الجينات · واذا كان جينا الصفتين المتضادتين ليس بنفس القوة ، تغلب صفة أحدهما على الآخر تسمى عندئذ بالصفة السائدة والصفة الاخرى بالصفة المتنحية، واذا كان لهما نفس القوة يكون لها نفس النسيادة Co-dominant ·

بالاضافة الى ما سبق ، للكروموسومات أهمية كبيرة في تحديد الجنس، فالانثى تملك ٢٣ زوجا من الكروموسومات المتماثلة ، في حين يملك الرجل ٢٢ زوجا متشابها من الكروموسومات ، بينما زوج الكروموسومات رقم ٢٣ ليست متشابهة (لاحظ الشكل ١٥ـ١) · وعليه ، فالانسان الذكر به زوج مختلف من الكروموسومات الجنسية (يحدد جنس المولود) يرمز له بالرمز X Y ، أما في الانثى فالكروموسومات متماثلة X X · وهكذا عند تكوين الجاميتات في الذكر فان الخلايا المنوية تكون مجموعتين متساويتين تقريبا ، واحدة تحمل خلاياها كروموسوم (X)والاخرى تحمل خلايـــاها كروموسوم (Y) ، وفي الانثـــى تحمل كل بويضة تامة النمو كروموسوم (X) دائما ، فاذا اتحدت بويضة (X) دائما بحيوانمنوييحمل كروموسوم (X) يكون المولود أنثى ، واذا اتحدت البويضة بحيوان منوي يحمل كروموسوم(Y) يكون المولود ذكرا · وهكذا نجد أن كروموسومات الرجل وليس المرأة هي التي تحدد جنس المولود (لاحظ الشكل ١٥ ـ ٢) ·

بعض الصفات الوراثية في الانسان :
Some Inherited Human Characteristics

الصفات الوراثية في الكائن الحي بما فيه الانسان ، كثيرة جدا ومـن الصعب حصرها ، الا أنه سنورد بعضا منها ، وعليه يمكن تقسيمهاكمايلي:

أولا : وراثة الصفات الجسمية : Inheritace of Physical Traits

١ ـ الطول : Tallness

لو نظرت الى أطوال عائلتـــك أو أصدقائك أو أفراد صفك لشاهدت تدرجا في أطوال هؤلاء الاشخاص ، فمنهم الطويل ومنهم القصير ومنهم بين بين ··· انك لا تجدهم طوالا أو قصارا ، وهذا يجعـــل صفة الطول في الانسان صفة وراثية تحت تأثير عدد من الجينات Multiple alleles ولو كان هناك زوج واحد من الجينات يتحكم في صفة الطول لوجدنا الناس اما طوالا أو قصارا ، كما أن صفة الطول لا تتوقفعلىطول القامة فقط بل هناك طول الذراعين والساقين بالاضافة الى عوامل أخرى تؤثر على الطول

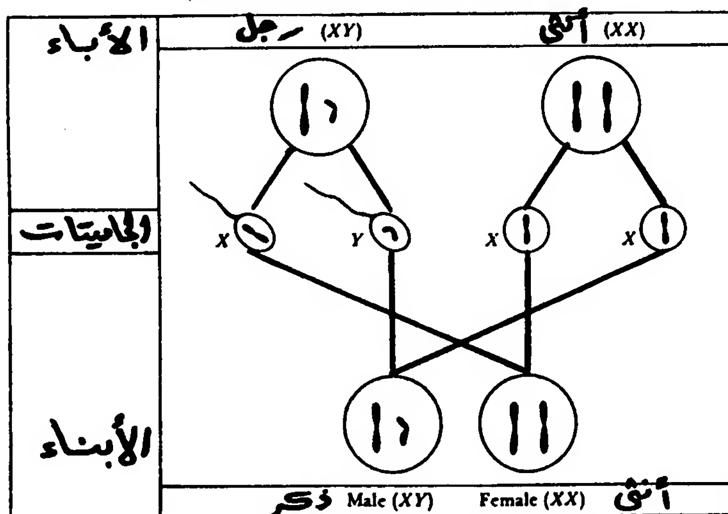
كروموسومات الرجل | كروموسومات المرأة

1 2 3 4 5
6 7 8 9 10
11 12 13 14 15
16 17 18 19 20
21 22 XY

1 2 3 4 5
6 7 8 9 10
11 12 13 14 15
16 17 18 19 20
21 22 XX

الشكل ١٥-١

كروموسومات المرأة (اليمين) وكروموسومات الرجل (اليسار)
[Wallace, 1978, P.135]



الشكل ١٥-٢

تحديد الجنس [Goldsby, 1979, P. 183]

كالغذاء وهرمونات الغدة النخاميه (هرمون النمو) والغدة الدرقية كما في نقص هرمون الثيروكسين (الشكل ١٥ ــ ٣) ٠

٢ ــ لون الجلد : Skin Color

بينت الدراسات والتحاليل الوراثيــة الحديثة بأن هنــاك أكثر من زوجين من الجينات تؤثر في لون جلد الانسان ٠ ولون الجلد من الصفات المميزة للانسان ، ويتفاوت اللون حسب كمية صبغةالميلانين Melanine في الجلد ، ولهذا نجد لون البشرة يتدرج ما بــين اللــون الابيض والاسمر والاصفر والاسود ٠٠٠ الخ فهي كثيرة في الاشخاص ذوي البشرة السمراء



الشكل ١٥ - ٣

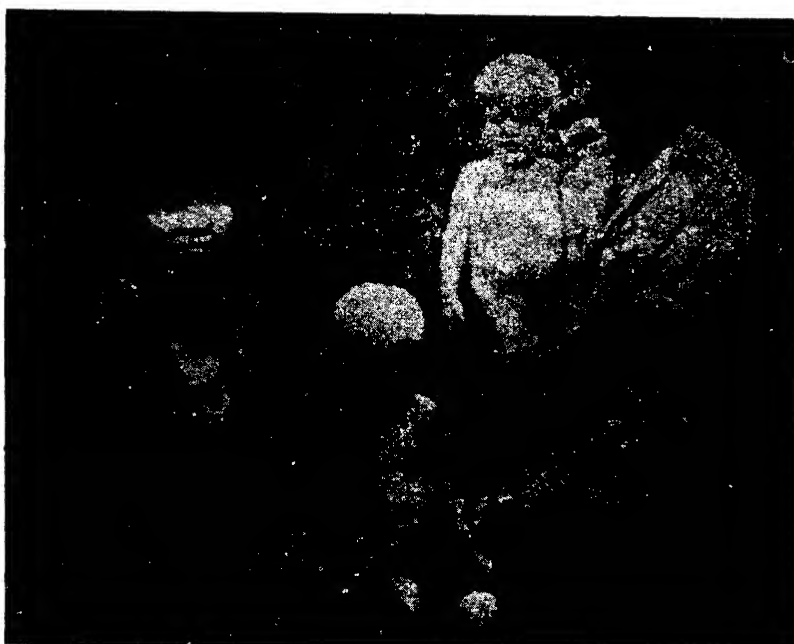
سبعة من السويسريين الأقزام نتيجة نقص هرمون الثيروكسين ، قارن أطوالهم بطول الشخص العادي المشار عليه بالسهم
[Clark, 1979, P.183]

بينما تقل كثيرا في الاشخاص ذوي البشرة البيضاء وهكذا · والجينات التي تتحكم في لون الجلد موجودة بشكل أزواج تعرف بالأليلات **Alleles** منها جين مسؤول عن وجود الصبغة المذكورة والجـين المقابل (الأليـل) مسؤول عن تكوينها أيضا لكنهما يختلفان في تاثيرهما ، اذ ربما أحدهمـا مسؤول عن انتاج انزيم خاص لانتاج صبغة الميلانين ، والأليل المقـابل قد لا يساعد على ذلك التحويل وفي هذه الحالة يكون لون الجلد عاديا · ولكن اذا وجد الأليلان فان ذلك يسبب عدم تكوين الانزيم الخاص بانتاج الصبغة ، ولهذا يصاب الفرد بما يسمى بشدة البياض (المهقة) **Albinism** ويصبح جلده وشعره أبيض وعيونه دموية اللون لخلو القرنية من الصبغة المذكورة (لاحظ الشكل ١٥ـ٤) ، ويتصف هؤلاء الافراد بضعف في البصر ويكونون ذوى حساسية زائدة للضوء الساطع وتتعرض جلودهم الى لفحة الشمس بسهولة ، ونسبة الأفراد المصابين بهذه الصفة قليلة عـادة اذ تصل ١ في كل ٢٠ الف فرد · وهكذا تورث هذه الحالة كجين متنح ولا بد أن يكون الشخص متماثل الجينات حتى يظهرها ·

والجدير بالذكر أن صبغة الميلانين تتاثر وتستجيب لعوامل البيئة ، فالاشخاص الذين يقطنون في المناطق الحارة ، كغور الاردن مثلا ، نجـد بشراتهم سمراء أو تميل الى السواد ، بينما نجد سكان المناطق البـاردة كالمناطق الجبلية العالية ، تميل بشراتهم الى البياض ، ولهذا فان انتقـال شخص ذو بشرة بيضاء الى مناطق حارة غورية سرعان ما تستجيب خلاياه وأنسجة جسمه (أي مكونات النمط الظـاهري) لعـوامل البيئة فتلفحه الشمس وينتج كمية مناسبة من حبيبات الميلانين وتزداد سمرة لون البشرة استجابة لظروف البيئة الجديدة ·

٣ ـ لون العيون : **Eye Color**

يقع لون العين تحت تاثير زوج من الجينات الوراثية المتبادلة ،أحدهما جين سائد (BB) يلون سطح القزحية فتبدو العيون عسلية أو سوداء ،

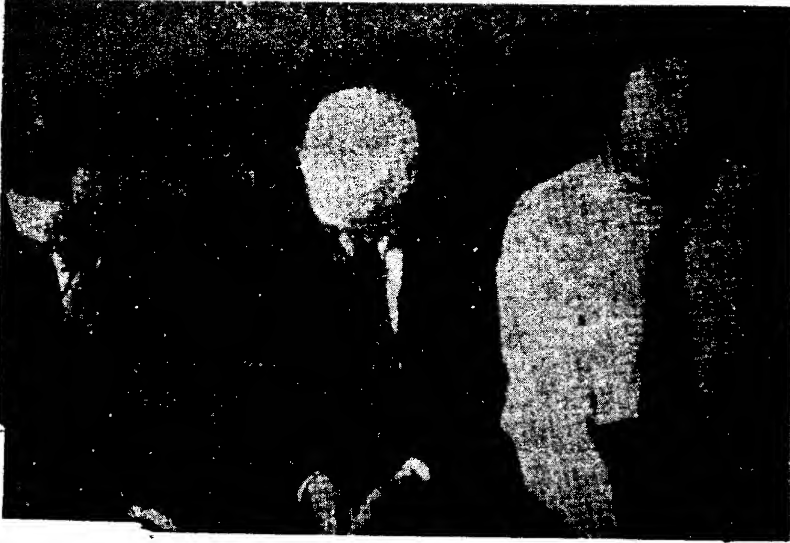


الشكل ١٥- ٤
بشرة البياض (المهق)، لاحظ أن الأبوين وأحد الأطفال عاديون بينما اثنان من أبنائهما (مشار إليهما بالسهم) مصابان بالمهق [Singleton, 1967, p. 2]

وهي صفة وراثية سائدة ، والثاني جين مقابل متنحى (bb) لا يحدث هذا التلون فتبدو العيون زرقاء ،وهي صفة وراثية متنحية ، وهكذا فان الآباء ذوي العيون الزرقاء ينتجون غالباً أبناء ذوي عيون زرقاء ، في حين لو كان الأبوان خليطين في تركيبهما الوراثي فان الصفتين (العيون العسلية والزرقاء) تظهران بين الأبناء • وعليه اذا تزوج رجل ذو عينين عسليتين (ملونة) من امرأة ذات عينين زرقاوين (غير ملونة لأنها نوع من الخداع البصري) فما هي احتمالات التراكيب الوراثيـة والشكلية لجميع أفـراد العائلة ـ الآباء والأبناء ؟

٤ ـ الصلع : Baldness

الصلع صفة وراثية من الصفات المتأثرة بالجنس Sex-influenced Trait وليس مرتبطا بالجنس ، بمعنى أن الصلع يظهر في كلا الجنسين (الذكر والانثى) الا أنها تظهر في الذكور أكثر منها في الاناث ٠ والصلع يتراوح ما بين صلع خفيف الى صلع قد يشمل الرأس كله (الشكل ١٥ ـ ٥) ٠



الشكل ١٥-٥

وراثة الصلع ، لاحظ والأب (الوسط) أصلع ، وأحد ولديه (اليمين) تركيبه الوراثي Bb والآخر (اليسار) تركيبه الوراثي BB .

[Clark, 19٧٣, P.418]

يرجع الصلع نتيجة لجين سائد في الرجال ومتنحي في النساء وعليه يمكن للرجل اظهار الصفة حتى لو حمل جينا واحدا (Bb) ولكن المرأة لا بد وأن تحمل جينين (bb) لاظهار الصفة ، ولذا يمكن للمرأة أن تخفي صفة الصلع وتكون عندئذ حاملة أو ناقلة للصلع ٠ وعليه ، اذا

تزوج رجل أصلع بامرأة تحمل صفة الصلع ، فما هو التركيب الوراثي والشكلي للأبناء الممكن انجابهم ؟ ٠

بالرغم أن الصلع وراثي لكن التأثير المباشر يرجع الى هرمون التستستيرون Testosterone ولهذا وجد أن ازالة الخصيتين يتسبب في عدم ظهور صفة الصلع ٠ والاشخاص الذين ورثوا الصفة يبدأ شعرهم بالتساقط عندما يبدأ هرمون التستستيرون بالافراز ، والتناقض لذلك أن شعر الوجه يبدأ بالتكون ٠ ولقد دلت الدراسات العلمية أن الصبيان ذوي الشعر الخفيف تستجيب لافراز الهرمون الذكرى وذلك بزيادة نمو الشعر وكثافته ، بينما وجد أن الشعر الكامل النمو ، كشعر فروة الرأس ، يبدأ بحرق نفسه مما يسبب سقوطه واصابة الشخص بالصلع ٠ أما في النساء فالصلع أقل ظهورا ، اذ لا بد للمرأة أن تكون متماثلة الجينات للصفة المتنحية حتى تصاب بالصلع ، ومع ذلك تبدأ المرأة بفقدان الشعر بعد وصول سن اليأس Menopause حيث أن النقصان في افراز الهرمونات الانثوية (الاستروجينات) في هذا العمر ، يشجع فقدان الشعر تدريجيا وقد تضطر المرأة (أو الرجل) لاستخدام الشعر المستعار (الباروكه) Wigs ٠

أما بالنسبة للشعر نفسه فيختلف من فرد لآخر ، فهناك الشعر الناعم المستقيم Straight Hair والشعر المجعد Curly Hair كما يختلف الأفراد في ألوان شعرهم أيضا ، وبوجه عام فان لون الشعر يعتمد على كمية الصبغة الملونة له (صبغة الميلانين) والتي تقع تحت تاثير جينات وراثية خاصة به ، ويعتقد الكثير أن لون الشعر يقع تحت تأثير عدد من الجينات الوراثية كما في شعر الحيوانات الثديية الأخرى ، ولهذا نجد الشعر الأسود والأبيض والبني والأحمر ٠٠٠ الخ هذا وقد يتحول الى اللون الأبيض عندما تتوقف خلايا جذور الشعر من انتاج الصبغة الملونة أو نتيجة لظروف بيئية أخرى ، والاعتقاد بأن الشعر يتحول من اللون الاسود الى اللون الأبيض بين عشية وضحاها نتيجة الخوف أو الاضطراب النفسي العصبي ربما يكون غير صحيح ولو أن بعض المصادر العلمية

وبعض القصص المتداولة بين الناس سجلت حالة أو أكثر من هذا النوع. ومهما يكن الأمر ، فان الباحث العلمي يغير رأيه عندما تكتشف تلك المادة الكيميائية التي تعمل على تبييض الشعر في ليلة واحدة ؛ أحيانا قد يوجد خصلة بيضاء من الشعر في مقدمة الرأس محاطة بشعر طبيعي اللون ، وحتى تظهر هذه الصفة الوراثية في الابناء لا بد وأن يكون أحد الوالدين حاملا لها .

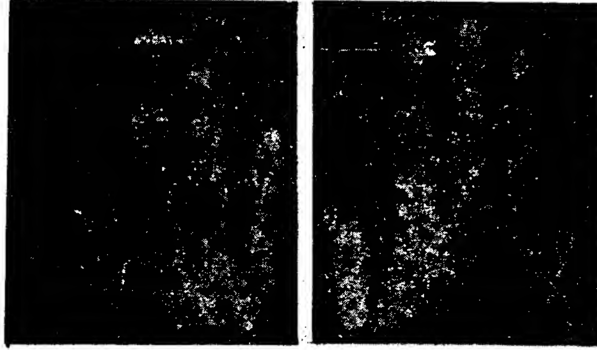
٥ ـ طول الاصبع الثاني (الشاهد :

Length of the Second (index) Finger

صفة وراثية (كالصلع) من الصفات المتأثرة بالجنس وليس مرتبطة به ، فهي تتأثر بالافرازات الهرمونية الجنسية وتظهر في كلا الجنسين الذكر والانثى ، فالاصبح الثاني (الشاهد) أن يكون طوله مساويا أو أطول قليلا من الاصبع الرابع (اصبع الخاتم) هي صفة سائدة في الاناث ومتنحية في الذكور غالبا (لاحظ الشكل ١٥ ـ ٦) ، أو أن قصر الشاهد بالنسبة للاصبع الرابع يورث كصفة سائدة في الرجال ومتنحية عند النساء . حاول أن تفحص أصابع يديك أو عائلتك أو زملائك وسجل ملاحظاتك . واذا فعلت ذلك فستجد في معظم الذكور أن الاصبع الشاهد يكون أقصر من الاصبع الرابع ، بينما تجد في الاناث أن اصبع الشاهد يكون (غالبا) مساويا (بالطول) أو أطول قليلا من الاصبع الرابع ، وقد تجد هذه الصفة متداخلة بين الجنسين من حين لاخر . وعليه ، اذا تزوج رجل يتصف بطول الشاهد من امرأة تتصف بقصر الشاهد ، فما هي احتمالات التراكيب الوراثية والشكلية للابناء والبنات الممكن انجابهم ؟

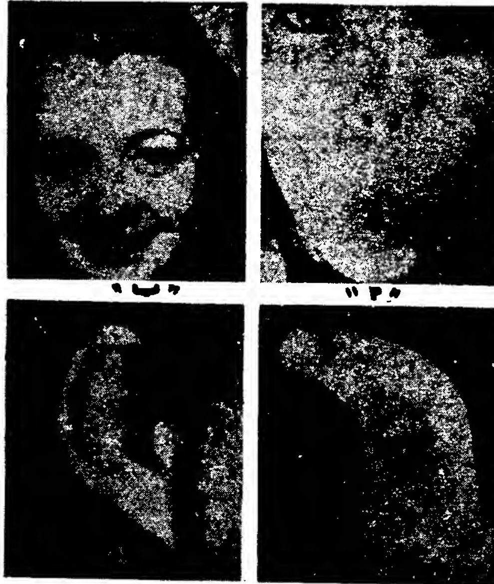
٦ ـ تني اللسان : Tongue Rolling

وهي مقدرة الفرد على ثنى اللسان طوليا على شكل U (لاحظ الشكل ١٥ ـ ٧ ـ أ) ، حاول أن تثني لسانك ؟ لقد وجد أن حوالي ٧٠٪ من الناس عندهم المقدرة على ثني ألسنتهم ، والباقي ٣٠٪ لا يستطيعون عمل ذلك ، ان صفة ثني اللسان تقع تحت سيطرة جين سائد (R) بينما عدم المقدرة



الشكل ١٥-٦

وراثة طول الاصبع الثاني (الشاهد) ، لاحظ أن الاصبع الثاني للانثى (اليمين) أطول من الاصبع الرابع ، في حين الاصبع الثاني للرجل (اليسار) أقصر من الاصبع الرابع .
[Winchester, 1971, p. 80]



الشكل ١٥-٧

بعض الصفات الوراثية في الانسان

أ. لفي اللسان　　ب. قمة الأرملة

جـ. انحناء اصبع الابهام　　د. شحمة الاذن

[Winchester, 1971, p. 108]

على ثني اللسان تقع تحت تأثير جين متنحي وبصورة متماثلة الجينات (rr) · وعليه ، اذا تزوج رجل يتصف بصفة ثني اللسان (مختلف الجينات) من امرأة لا تستطيع ذلك ، فما هو التركيب الوراثي والشكلي لجميع الابناء الممكن انجابهم ؟

٧ ـ قمة الأرملة : Widow's Peak

صفة وراثية يكون فيها شعر الرأس منحدراً أو نازلا الى أسفل الجبهة لدرجة أنه يشكل حافة أو قمة في مركز جبهة الرأس (الشكل ١٥ ـ ٧ ـ ب) · وتقع هذه الصفة تحت تأثير جين سائد W على الجين المقابل المتنحي w لقمة الأرملة · حاول ان تحدد التركيب الشكلي والوراثي لك ولأفراد عائلتك بالنسبة لهذه الصفة ·

٨ ـ انحناء أصبع الابهام :
Hitchhiker's Thumb (Bent Thumb)

يشير الى قدرة الشخص على انحناء المفصل البعيد للاصبع الأول (الابهام) الى الخلف بقدر الاستطاعة لدرجة أن بعض الاشخاص لهم القدرة على عمل ذلك حتى زاوية ٤٥ درجة (لاحظ الشكل ١٥ ـ ٧ ـ ج) ، وبالرغم من وجود اختلافات وراثية حول هذه الصفة الا أن معظم التقارير تشير الى أن هذه الصفة تقع تحت تأثير جين متنحي h ، كما أن هناك اختلافا في تعبير الجينات الوراثية بحيث أنه يمكنك ثني ابهام اليد اليمنى ولا تستطيع ذلك لابهام اليد اليسرى أو العكس · هل تستطيع أن تحني ابهام يديك ؟

٩ ـ شحمة الأذن : Ear Lobe

شحمة الأذن في الانسان اما أن تكون حرة Free أو ملتصقة Attached (الشكل ١٥ ـ ٧ ـ د) · وصفة أن تكون شحمة الأذن حرة تقع تحت تأثير جين سائد (E) على الجين المقابل المتنحي لشحمة الأذن الملتصقة (e) ، حاول أن تفحص شحمة الأذن لك ولأفراد أسرتك أو بعض أصدقائك ؟

١٠ ـ تشابك أصابع اليدين : Interlocking fingers

حاول أن تشبك أصابع يديك بعضها ببعض ؟ هل الابهام الأيسر فوق الأيمن أو العكس ؟ عند شبك أصابع اليدين عنـد معظـم الناس يضعون الابهام الأيسر فوق الابهام الأيمن ، ولهذا فان الدراسات الوراثية لمعظـم العائلات تشير الى أن وضع الابهام الأيسر فوق الأيمن هي صفة وراثية تقع تحت تأثير جين وراثي سائد (F) على الجين المقابل المتنحي (f) ٠

١١ ـ انحناء الاصبع الصغير (الخنصر) : Bent Little Finger

ضع يديك منبسطة أمامك على الطاولة أو الكرسي ثم رخي عضـلات اليدين ٠ هل تشاهد انحناء المفصل الأخير للاصبع الصغير للداخل باتجاه الاصبع الرابع أم هل الاصبع (الخنصر) مستقيم ؟ تدل التقارير الوراثيـة ان هناك جينا وراثيا سائداً (B) يسبب انحنـاء المفصل الاخـير للاصبع الصغير للداخل باتجاه الاصبع الرابع ، حاول أن تدرس هذه الصفة في بعض أفراد عائلتك أو اصدقائك ٠

١٢ ـ شعر السلاميات الوسطى لأصابع اليد : Mid-digital Hair

هل تلاحظ وجود شعر على السلاميات الوسطى لأصابع يديك ؟ يوجد شعر على السلاميات الثانية (الوسطى) لأصابع اليد عند كثير من الناس ، وهذه صفة وراثية تقع تحت سيطرة جين وراثي سائد (M) على الجين المقابل المتنحي (m) لغياب الشعر كلية ٠ وتشير معظم الدراسات الى أن هذه الصفة تقع تحت تأثير عدد من الجينات الوراثية ، ولهذا نجد أن بعض سلاميات الأصابع عليها شعر بينما تخلو الباقية منه ، فقد يوجد الشعر على سلامية أصبع واحد (M1) أو سلاميتين (M2) أو ثلاث سلاميات (M3) وهكـذا ٠ وقد تضطر أحيانا لاستخدام عدسة أو مكبر للتـأكد من وجود الشعر أو عدمه على سلاميات أصابع اليد ٠

١٣ ـ تذوق مادة Phenylthiocarbamide tasting P.T.C

وتعني قدرة الفرد على تذوق مادة كيميائية P.T.C ذات الطعم المر جدا ، وهذه المادة غير ضارة لذا يمكن تذوقها دون أي خوف ،هذا وقد وجد

أن معظم الناس لهم القدرة على تذوق هذه المادة بينما وجد أفراد آخرون لا يمكنهم تذوق مرارة هذه المادة . تقع هذه الصفة تحت تأثير جين سائد (T) ، بينما وجود المتنحي (t) بشكل متماثل أو أصيل (tt) في شخص ما يؤدي الى عدم تذوقه لهذه المادة .

والجدير بالذكر أن تذوق المادة يختلف باختلاف الشعوب ، فقد دلت الدراسات الوراثية الى أن حوالي ٧٠٪ من الشعب الامريكي ، ٩٠٪ من الشعوب الافارقة ، ٦٥٪ من الشعب العربي لهم القدرة على تذوق الطعم المر لهذه المادة . وعليه ، اذا تزوج شخص يتذوق هذه المادة مختلف الجينات من امرأة لا تتذوق المادة ، فما هو احتمال التركيب الوراثي والشكلي للأبناء الممكن انجابهم ؟

ثانيا : وراثة الصفات المرتبطة بالجنس :

Inheritance of Sex-Linked traits

ذكرنا سابقا أن خلايا الانسان تحتوي على نوعين من الكروموسومات وهي :

١ ـ الكروموسومات المتماثلة أو الجسمية Autosomes وعددها في الانثى (٢٢ زوجاً + × ×) ٢٣ زوجاً ، وكل كروموسوم يظهر وكأنه مكرر مرتين أحدهما من الأب والثاني من الأم ، وقد يطلق عليها الكروموسومات السينية × × (لاحظ الشكل ١٥ ـ ١) .

٢ ـ الكروموسومات الجنسية Sex - Chromosomes يوجد أيضا في الذكر (٢٢ زوجاً + XY) ٢٣ زوجاً ، والزوج الثالث والعشرون مختلف في الحجم والشكل (لاحظ الشكل ١٥ ـ ١) ويطلق عليه الكروموسومات الجنسية XY .

بناء على ما سبق ، لوحظ أن هناك بعض الصفات الوراثية تظهر بكثرة في الذكور دون الاناث وأن مثل هذه الذكور ترث صفاتها عن طريق امهاتها وليس عن طريق آبائها ، ولقد تمكن العلماء من تفسير هذه الظاهرة بعد

اكتشاف نظرية الكروموسومات حيث بينت دراسات الخلية أن الاختلافات في الكروموسومات بين الجنسين تقع في الكروموسومات الجنسية منها فقط دون الجسمية · وعليه ، فهناك جينـات وراثيـة توجد على الكروموسوم السيني × ولا توجد أليلات لها على الكروموسوم الصادي Y ز لاحظ أن حجمه حوالي ثلث حجم الكروموسوم السيني) ، ويطلـق على مثل هـذه الجينات بأنها مرتبطة بالجنس ، ولهذا فان الرجل يعتمد كليا على الجينات التي يرثها من والدته بالنسبة للصفات المذكورة ، أي أنه يرث جينا واحدا لمعظم الصفات المرتبطة بالجنس والموجودة بالطبع على الكروموسوم السيني ولهذا يوصف الرجل بأنه أقل حظا من المرأة بالنسبة لتعرضه للاصابـة ببعض الامراض الوراثية المرتبطة بالجنس · ومن هذه الامراض نذكر مايلي:

١ ـ العمى اللوني : Color Blindness

وهو عدم القدرة على التمييز بين الألوان خاصة بين اللـونين الاحمر والاخضر ، والمقدرة للتمييز بين هذه الألوان تعتمد على بناء صبغة خاصة في العين وفي خلايا خاصة من شبكية العين ، وقد بينت الدراسات الوراثية أن هذا المرض عبارة عن صفة متنحية مرتبطة بالجنس تظهر في الذكور أكثر منه في الاناث ، ولهذا فان الجين المسبب لهذا المرض محمول على الكروموسوم السيني × ·

أما الجين الذي يوجه تركيب الصبغة فهو جين سائد(C) يقـع عـلى الكروموسوم السيني ، والجين المتنحي (c) ليس قادرا على انتاج الصبغة المذكورة ، وعليه فالمرأة المتخالفة الجينات (Cc) تحمل الجين السائد على أحد كروموسوماتها السينية وتحمل الجين المتنحي على الكروموسوم السيني الاخر ، لكنها رغم ذلك عادية (بالنسبة لرؤية الألوان) غير مصابة بالمرض الا أنها حاملة أو ناقلة له ، وحتىتكون مصابة بالمرض لا بد أن تحمـل الجينين المتنحيين (cc) على الكروموسومات السينية × × ، ونظرا لقـلة احتمال وجود هذين الجينين المتنحيين المسؤولين عن هذا المرض لذا نجـد النساء قلما يصبن به اذا ما قورن ذلك في الرجل الذي يكفي وجود جـين

متنحي واحد (cy) لاظهار المرض ، وعليه اذا تزوج رجل مصاب بالعمى اللوني بامرأة ناقلة للمرض ، فما احتمال ان يكون الطفل الأول عاديا ؟ أن يكون مصابا بالمرض ؟ وما احتمالية أن تكـون الطفـلة الأولى مصابة بالمرض ؟ ناقلة للمرض ؟

بالرغم أن نسبة حدوث هذا المرض تختلف من شعب لاخر ، الا أنـه وجد أن حوالي ٨٪ من أفراد الشعب الامريكي الابيض وحوالي ٤ ٪ مـن السود يصابون بهذا المرض ، ولعل نسبتها في الشعب العربي قريبة مـن ذلك . ومما يجدر ذكره بأن هذا المرض هام من الناحية الاجتماعيـة ، اذ تعزى اليه نسبة عالية من حوادث السيارات خاصة عند ملتقى الاشارات الضوئية ، ولهذا آن الأوان لدائرة السير أن تأخذ ذلك بعين الاعتبار وذلك عن طريق التأكد من سلامة الاشخاص المتقدمين لنيل رخص قيادة السيارات من خلوهم من الاصابة بهذا المرض .

٢ ـ نزف الدم : Hemophilia

وهو عدم قدرة الدم على التجلط ، وهنا تكمن خطورة هذا المرض اذ أن المصابين به قد يتعرضون لخطر الموت اذا أصيبوا بجرح حتى ولو كان بسيطا ، واذا تعرضوا لجرح خطير فان ذلك قد يسبب الموت اذ غالبا مـا يفشل الدم في التخثر .

يسلك هذا المرض في وراثته سلوك العوامل الوراثية المتنحية والمرتبطة بالجنس ، يتسبب مرض نزف الدم ، كالعمى اللوني ، عن جـين وراثي متنحي (h) محمول على الكروموسوم السيني وأليله (H) الذي يحمل على الكروموسم السيني الاخر وهو غير موجود على الكروموسوم الصادي Y وعليه ، فالرجال يظهرون المرض أكثر من النساء وذلك لأن وجود جـين متنحي واحد على الكروموسوم × للرجل كاف لأظهار المرض ، في حين لا بد من وجود جينين متنحيين hh للمرأة لاظهار المرض ، أما وجود جين متنحي واحد على أحد كروموسومات المرأة فيعني أنها ناقلة أو حاملة للمرض دون

أن تظهره . وعليه ، ما هو التركيب الوراثي والشكلي للأطفال الممكن انجابهم من زواج رجل مصاب بالمرض من امرأة ناقلة له ؟ واذا تزوج رجل مصاب بالمرض من امرأة عادية (أمها عادية وأبوها مصاب بالمرض) فما هو التركيب الوراثي للآباء والأبناء المحتمل انجابهم ؟

مرض السكري : Diabetes

وهو مرض وراثي بالرغم من اختلاف صفاته بين حالة وأخرى.، يختلف عن مرض العمى اللوني ونزف الدم بأنه غير مرتبط بالجنس على الرغم أن التقارير العلمية تشير الى أن الرجال ، خاصة المتقدمين في السن ، أكثر عرضة للاصابة بهذا المرض من النساء . وبوجه عام ، هو مرض فسيولوجي متوارث ينتج عن نقص هرمون الانسولين Insulin ، الذي ينتجه البنكرياس والمسؤول عن تنظيم نسبة السكر في الدم (راجع الفصل التاسع) .

يعتقد البعض أن المرض يتسبب عن جين متنحي يورث كصفة متنحية ، كما يعتقد آخرون انه ربما يقع تحت تأثير عدد من الجينات الوراثية ، ومهما يكن الأمر ، فان نتيجة هذا المرض هو زيادة نسبة السكر في الدم ولهذا يظهر السكر في بول المريض كأحد أعراض هذا المرض ، ويمكن تعديل حدة هذا المرض وذلك عن طريق حقن المريض بهرمون الأنسولين في دم المريض على فترات زمنية معينة ، وعن طريق تجنب المريض للغذاء النشوي والحلويات بكثرة .

ثالثا : الأمراض الوراثية : Genetic Diseases

هناك عدد من الأمراض الوراثية تنتج عن خلل أو تغير في الجينات الوراثية أو عدد الكروموسومات لسبب أو آخر مما يتسبب عنها بعض الأمراض التي لها علاقة بالتخلف العقلي وبالتشوهات الخلقية وغيرها ، من هذه الامراض ما يلي :

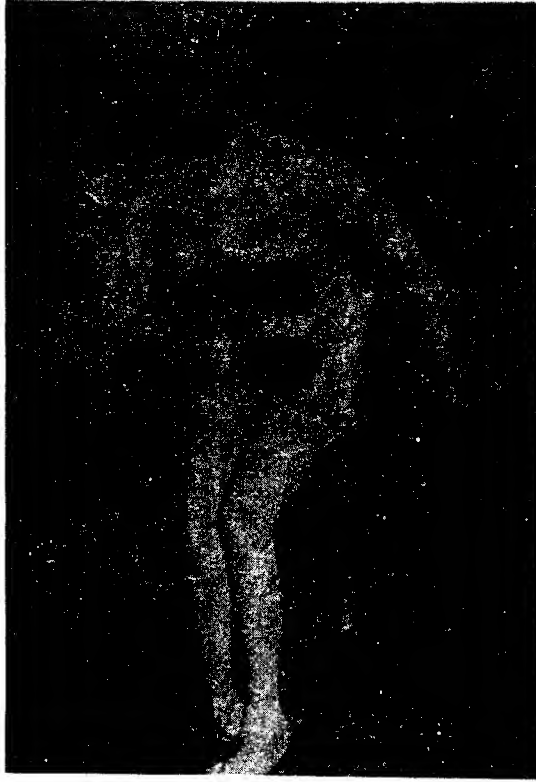
١ ـ فينل كيتونوريا Phenylketonuria (P.K.U.)

وينتج عن عدم قدرة الجسم على انتاج انزيم
Phenyalanine Hydorxylase

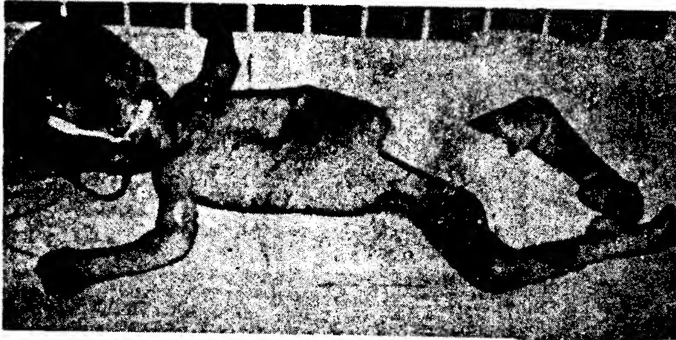
اللازم لتحويل الحامض الأميني ـ فينل الانين Phenylalnine الى حامض Tyrosine نتيجة عطب أو خلل في أحد الجينات الوراثية المسؤول عن انتاج الانزيم المذكور • ولهذا فان الحامض (فينل الانين) سيتراكم في الدم وقد يتحول قسم منه الى حامض Phenylpyruvic acid الذي يتخلص الانسان من جزء منه عن طريق الكليتين ولهذا يظهر مع البول غالبا • هذا وأن وجود الحامض الأميني أو مشتقاته بنسبة عالية في الدم له أثر سلبي على الخلايا العصبية خاصة الدماغ • فهو يسبب جرحها وتلفها وبالتالي يصاب الشخص المريض بالتخلف العقلي وقد يؤخر من تطور نمو الرجلين مما يسبب التأخر أو عدم القدرة على المشي (لاحظ الشكل ١٥ ـ ٨) ، هـذا وقد وجد أن حوالي ١٪ من الأشخاص المتأخرين عقليا هو نتيجة للاصابة بهذا المرض P. K. U. نتيجة لزيادة كبيرة في الحامض التي قد تصل ٨٠ ملغم / ١٠٠ مللتر دم ، في حين نسبته الطبيعية حوالي ٤ ملغم / ١٠٠ مللتر دم • يمكن استقصاء المرض اما خلال الحمل (Amniocentesis) أو بعد الولادة مباشرة عن طريق فحص الدم أو البول هذا ويمكن تعديل أثره لحد ما عن طريق تحديد كمية الحامض الموجودة في غذاء المريض •

٢ ـ مرض تي ـ ساكس : Tay - Sach's disease

السبب المباشر لهذا المرض هو عدم وجود أحد الانزيمات الضرورية لتمثيل المواد الدهنية خاصة المركب الكيماوي GM2 ganglioside الذي يشكل جزءا مهما للغشاء الخلوي خاصة الخلايا العصبية • وفي الأحوال الطبيعية يتم تصنيع كمية كبيرة من هذا المركب تزيد عن حاجة الجسم ، لا تلبث هذه الزيادة أن تحول أو تحطم بفعل الانزيم المذكور ، ولهذا فان عدم وجود الأنزيم سواء لعطب أو خلل ما في أحد الجينات يعني تراكم المواد الدهنية في الخلايا العصبية بكميات كبيرة نسبيا تؤثر وتتلف خلايا الدماغ مما تسبب موت الطفل في عمر مبكر لا يتجاوز خمس سنوات• من أعراض هذا المرض التخلف العقلي واتساع حجم الرأس مع ضمور أو تأخر في نمو عضلات الجسم (لاحظ الشكل ١٥ ـ ٩) • هذا وينتشر هـذا



الشكل ١٥-٨
امرأة مصابة بمرض P.K.U
[Winchester, 1971, P. 124]



الشكل ١٥-٩
مرض تي ساكس [Clark, 1979, P. 440]

المرض بشكل خاص بين اليهود ونادرا ما يوجد في الشعوب الأخرى ، فقد ذكر أن حوالي ٣٪ من يهود مدينة نيويورك حاملون لأليل الجين الوراثي المسؤول عن انتاج الانزيم ·

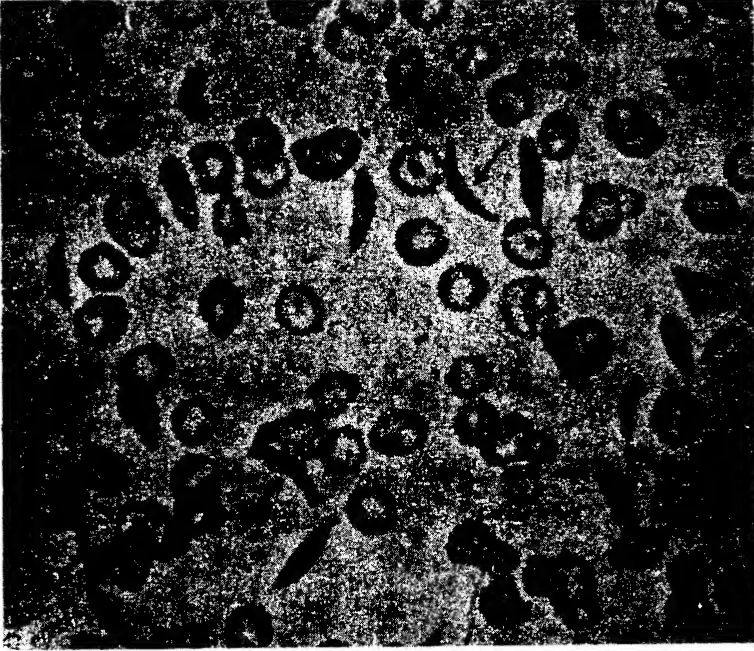
٣ ـ أنيميا الكرات المنجلية (الشكل المنجلي لكريات الدم الحمراء) :
Sickle - Cell anemia

يظهر هذ المرض نتيجة اختلال في هيموجلوبين (بروتين خلايـا الدم الحمراء) الدم وانتاج هيموجلوبين غير عادى ، فالهيموجلوبين الناتج يختلف عن الهيموجلوبين الطبيعي بأن يحـل الحـامض الأميني فـالين Valine محل حامض الجلوتامين Glutamic acid في سلسلة بروتين طويـلة مكونة من آكثر من ٣٠٠ حامض أميني ، ولهذا فان الاشخاص المصابين بهذا المرض تصبح عندهم بعض كرات الدم الحمراء هلالية أو منجلية الشكل (الشكل ١٥ ـ ١٠) بدلا من الشكل القرصي مما يقلل قدرتها على حمـل الأكسجين ، وقد تعمل على اغلاق الشعيرات الدموية فيقلـل ذلك نسبـة الاكسجين الواصلة لخلايا وأنسجة الجسم ·

اذا كان الشخص المصاب مختلف الجينات (Ss) أي يمـلك جينـا لهيموجلوبين طبيعي وآخر لهيموجلوبين غير طبيعي ، فانه يتعرض الى أنيميا معتدلة ، الا أنه لوحظ أن المصابين مقاومون لمرض الملاريا وربما هذا يفسر كون نسبة كبيرة من السكان الأفارقة ، حوالي ٢٪ ، يحملون هذه الصفة أما اذا كان الشخص متماثل الجينات فانه يتعرض الى أنيميا حادة وبالتالي خطر الموت ·

٤ ـ حالات عدم انفصال الكروموسومات الجنسية :
Non-disjunction of the Sex-Chromosomes

ان عدم انفصال الكروموسومات الجنسية (xx , xy) عن بعضها أثناء الانقسام الاختزالي لتكوين الخلايا التناسلية يسبب زيادة أو نقصانا في عدد الكروموسومات الأصلية للفرد ، فقد يصل عددها ٤٧ كروموسوما أو ينقص ليصبح ٤٥ كروموسوما ، هذا الاختلال في عدد الكروموسومات



الشكل ١٥ – ١٠

أنيميا الكرات المنجلية [Winchester, 1971, P.44]

يؤثر على التكوين العام للشخص ويتسبب في أمراض وراثية ينتج عنها شذوذ في الجنس والتخلف العقلي وبالتالي يؤثر على السلوك العام للفرد ·

والاحتمالات التي قد تحدث نتيجة عدم انفصال الكروموسومات كثيرة ويمكن وضعها في حالتين هما :

١ ــ عدم انفصال الكروموسومات الذكرية (xy) أثناء تكوين الحيوانات المنوية ، ونوع الأبناء (الأطفال) الممكن انجابهم من اتحاد حيوانات منوية غير عادية Abnormal Sperms مع بويضة عادية Normal egg (ادرس الشكل ١٥ ــ ١١) ·

٢ ـ عدم انفصال الكروموسومات الجنسية الأنثوية (xx) أثناء تكوين البويضات ، ونوع الأبناء الممكن انجابهم من اتحاد بويضات غير عادية مع حيوانات منوية عادية (ادرس الشكل ١٥ ـ ١٣) ٠

من الأمراض الوراثية التي تنتج عن عـدم انفصال الكروموسومـات الجنسية نذكر ما يلي :

أ ـ مرض داون أو البلاهة المنغولية

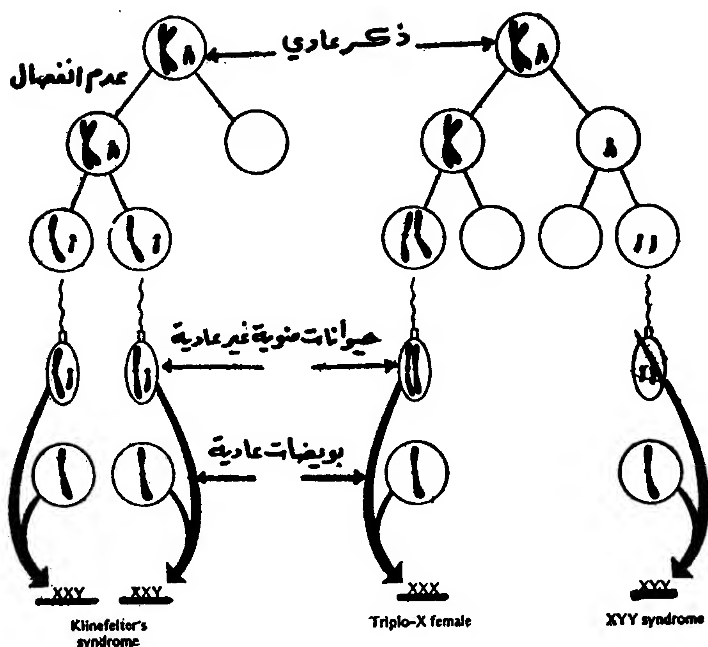
Down's Syndrome (Mongolism)

ينتج هذا المرض من زيادة كروموسوم واحد في الزوج الحادي والعشرين والذي يصبح ممثلا بواسطة ثلاثة كروموسومات بدلا من كروموسومين في الحالة الطبيعية وهكذا يصبح عدد الكروموسومات الاصلية ٤٧ كروموسوما

والزيادة هذه ، ناتجة عن عدم انفصال زوج الكروموسومات الجسمية رقم ٢١ انفصالا طبيعيا أثناء الانقسام الاختزالي ، ويتصف الفرد المصاب (لاحظ الشكل ١٥ ـ ١٢ ـ أ) بالتخلف العقلي ، ويكون قصيرا بدينا ذا وجه متسع دائري ، وجبهته بارزة وانفه مضغوط والفك نازل والفـم مفتوح ، ووجهه عريض دائري واللسان كبير الحجم ، كما يـكون قصـير القامة وتكون ثنية الجفن تشبه تلك الثنية التي تميز عيون المنغوليين ، ومن هنا جاءت التسمية ٠ هذا وقد لوحظ أن هؤلاء الأطفال يولدون لامهـات متأخرة في السن ، فقد ذكر أن نصف المصابين بهذا المرض في الولايـات المتحدة هم لأمهات يزيد أعمارهن عن ٤٠ سنة ٠

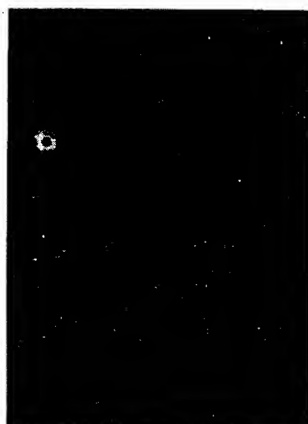
ب ـ مرض تيرنر **Turner's Syndrome**

ويشار له بالتركيب الكروموسومي xo ، وينتج من اتحاد بويضة خالية من الكروموسوم x (يكون عدد كروموسومـات البويضة ٢٢ كروموسوما) بحيوان منوي يحمل الكروموسوم السيني (الشكل ١٥ ـ ١٣) ليكون الزيجوت xo ومجموع كروموسوماته ٤٥ كروموسوما ، يتطور وينمو الزيجوت الى أنثى نادرا ما تصل الى البلوغ الجنسي ولهذا تكون الاثداء غير بارزة النمو بشكل واضح ، كما لا تحصل فيها ظاهرة التبويض أو الطمث ، وتتصف الانثى أيضا بالقصر والتخلف العقلي ٠



الشكل ١٥-١١

عدم انفصال الكروموسومات الجنسية الذكرية والتركيب الوراثي لأنواع الابناء الممكن انجابهم [Sherman 1979, P.471]



أ. مرض داون - البلاهة المنغولية



ب. مرض كلاينفلتر

الشكل ١٥-١٢

مرض البلاهة المنغولية (اليمين) ومرض كلاينفلتر (اليسار)

[Wallace, 1978, P.137]

أما اذا اتحدت البويضة السابقة مع حيوان منوي يحمل الكروموسوم العادى Y ، فان الزيجوت المتكون(OY) يتطور الى ذكر لا يلبث أن يفارق الحياة (الشكل ١٥ ـ ١٣) وهذا يجعل العلماء يقترحون أنه من الصعوبة أن يعيش الفرد بدون كروموسوم سيني واحد على الأقل ٠

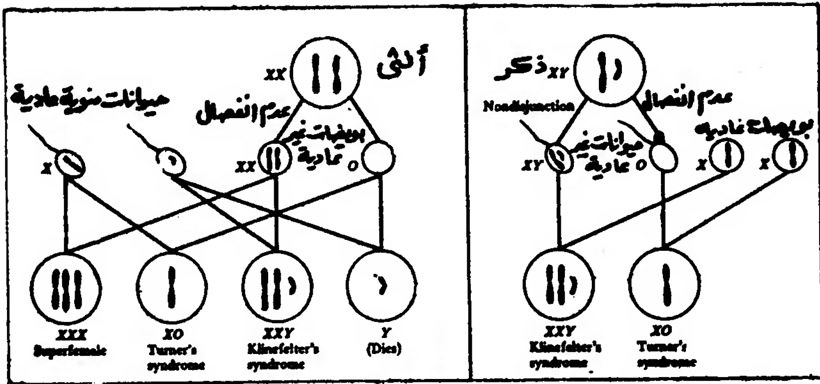
جـ ـ مرض كلاينفلتر **Klinefelter's Syndrome**

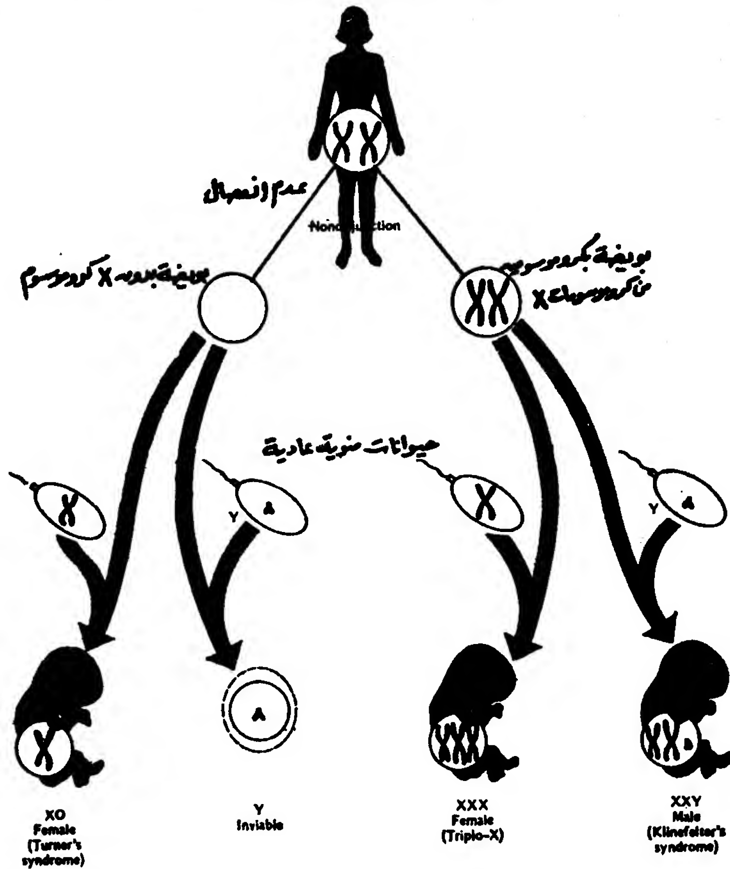
ويشار اليه بالتركيب الكروموسومي xx y ، وينتج من اتحــاد بويضة x مع حيوان منوي xy أو بويضة xx مع حيوان منوي y (لاحظ الشكل ١٥ ـ ١٣) لتكوين الزيجوت x x y الذي يتطور الى ذكر غير طبيعي ٠ يتصف الذكر عادة بالعقم لعدم وجود الخلايا الخاصة بانتــاج الحيوانات المنوية ، فالاعضاء التناسلية ذكرية لكنها نصف حجمها الطبيعي، وقد يظهر الفرد بعض الصفات الانثوية كبروز الأثداء مع قلة في نمو الشعر وغالبا ما يكون الفرد طويلا (لاحظ الشكل ١٥ ـ ١٢ ـ ب) ٠

وفي حالة تلقيح البويضة xx بحيوان منوي يحمــل الكروموسوم السيني x يتكون الزيجوت بتركيب كروموسومي xxx لا يلبث أن يتطور الى انثى تعرف بالانثى المتفوقه أو العظيمة Superfemale (الشكل ١٥ ـ ١٣) ، مثل هؤلاء النساء عاديـات غالبـا لدرجـة أنهن لا يعرفن أو يشعرن بذلك ، الا أن بعض التقارير تشير الى أنه قـــد يصبن بالتخلف العقلي من حين لآخر مع تأخر في نمو الاعضاء التناسلية وربما الاصابـــة بالعقـــم ٠

د ـ التركيب الكروموسومي x yy

وينتج من اتحاد بويضة x مع حيوان منوي yy ليكون الزيجوت x yy ، ولـكن كيف ينتج هـــذا التركيب الكروموسومي ؟ تذكر أن الانقسام الاختزالي عبارة عن انقسام اختزالي أول يتبعه انقسام غير مباشر ثاني ، فاذا تتبعت الخلية التي تحمل الكروموسوم Y من الانقسام





الشكل ١٥-١٢

عدم انفصال الكروموسومات الجنسية الانثوية والتركيب الوراثي لأنواع الأبناء الممكن انجابهم [Sherman, 1979, P.473]

الاختزالي الأول (لاحظ الشكل ١٥ــ١١) تجد ان عدم انفصال الكروموسوم y في الانقسام غير المباشر الثاني ينتج عنه حيوان منوى ذو تركيب yy واتحاده مع البويضة x سوف ينتج الزيجوت xyy ٠

لوحظ أن هؤلاء الأشخاص لهم سلوك شاذ يصل الى الاجرام في بعض الحالات ، فقد ذكرت بعض التقارير العلمية الأمريكية أن أحد الأشخاص هاجم منازل ممرضات في شيكاغو وقتل ثمانية ممرضات من أصل تسعة بعد أن اعتدى على بعضهن جنسيا ، ان الفحص الطبي لكروموسومات هذا الشخص دلت على أنه من التركيب الكروموسومي xyy ، أضف الى ذلك أن مجرمين آخرين قد وجد أن لهم نفس التركيب الكروموسومي ، وأنهم طوال القامة نسبيا يوصفون بالتخلف العقلي غالبا ٠ وبناء على ما سبق دعا بعض العلماء على اعتبار الكروموسوم الزائد y هو المسؤول عن السلوك الشاذ للشخص ، لدرجة أن أحد المحامين الامريكيين استخدم هذه الفرضية في مدينة لوس انجلوس للدفاع عن موكله قائلا أن الكروموسوم الزائد y هو المسؤول عن السلوك الشاذ العدواني للمتهم الذي ارتكب جرائم قتل وأخرى جنسية ، وعليه طلب من المحكمة اخلاء سبيل المتهم ٠ أما المحكمة فكان حكمها أن ردت طلب المحامي واعتبرت المتهم نفسه المسؤول عن جرائمه ٠ والسؤال الذي يطرح نفسه ماذا يحدث لو وافقت المحكمة على طلب المحامي ؟ وهل يمكن اعتبار التركيب الوراثي السيء للشخص مسؤولا عن السلوك العام للفرد ؟ لقد وجد أشخاص عاديون جدا يحملون التركيب الكروموسومي xyy مما يجعل البعض الآخر يقر بأن الكروموسوم الزائد ليس من الضروري أن يكون مسؤولا عن السلوك التشاذ للرجال ٠ ومهما يكن الأمر ، فان احتمالية الشذوذ بالسلوك ربما تزداد كلما كان هناك شذوذ أو تغير في التركيب الكروموسومي وخاصة xyy ٠ وهكذا لاحظنا أن عدم انفصال الكروموسومات الجنسية انفصالا طبيعيا أثناء تكون الخلايا التناسلية ينتج عنها تراكيب كروموسومية غير مرغوب فيها ، وقد ذكر أن هذه الحالات تزداد في النساء مع تقدمهن في العمر خاصة بعد الاربعين عاما ، وهذا قد يفسر لنا بعض التشوهات الخلقية والامراض الوراثية وأثرها على النضوج العقلي والجنسي لأبناء الامهات اللواتي يزيد أعمارهن عن أربعين عاما ٠

مجاميع الدم في الانسان : Human Blood Groups

تعتبر مجاميع الدم من الناحية الوراثية من الصفات المميزة الهامـة للانسان ، اذ يتوقف نوع كل مجموعة دم على الطرز الوراثية لمجاميع دم الأبوين . لقد كانت الصفات الوراثية السابقة قـاصرة على الافـراد التي تختلف في صفتين متضادتين غالبا ، لكن ظهر فيما بعد أن الكائنات الحية تحتوى على سلالات تختلف عن بعضها في أكثر من زوج من الصفات ، اذ أنه يوجد أكثر من جين وراثي واحد يقابل جيناً آخر على الكروموسوم والموقع الوراثي Locus له ، فالكروموسوم نفسه قد يحمل عدة صفات متضادة نتيجة لوجود عدة جينات وراثية وهـذا مـا يعرف بتعـدد الأليـلات Multiple alleles ، وهذا ما يحدث بالضبط بالنسبة لوراثة مجاميع دم الانسان ، فهناك ثلاثة جينات على الأقل مسؤولة عن وراثـة مجاميع الدم في الانسان ، بمعنى أن هناك أكثر من جينين متقابلين للصفات الوراثية لمجاميع الدم ، وهي جينات تقابل الواحدة الاخرى ولكن يجتمع جينان فقط في نفس الوقت معا في الكروموسومات المتماثلة للانسان لأن الفرد يرث جينا واحدا فقط من جهة الأب وجينا آخر من جهة الأم ، ولهذا يطلق على مثل هذه الجينات المتعددة بالجينات المتقابلة المتضاعفة ، فهي جينات متقابلة متضاعفة يوجد منها على نفس الموقع في الكروموسوم الواحد أكثر من جينين متقابلين .

من المعروف أنه اذا دخلت مادة بروتينية غريبة الى دم الانسان فان ذلك يثير جهاز المناعة في الجسم ويكون مـا يعرف بالأجسـام المضـادة Antibodies في بلازما الدم ، هـذا ويطلق على المـادة البروتينية التي سببت تكون الأجسام المضادة بالانتجين Antigen الموجودة على كريات الدم الحمراء ، واذا اجتمعت الأجسام المضادة بالانتجين فان ذلك يسبب تجمعا أو تلاصقاً لكريات الدم Agglutination مما يسبب غلق أو انسداد الاوعية الدموية وايقافها وبالتالي خطر الموت .

يوجد في دم الانسان نوعان رئيسيان من الأنتيجينات : الأول (A) والثاني (B) ، وقد يوجدان اما مجتمعين معا أو منفردين أو لا يوجدان

على الاطلاق · وعليه قسم العالم لاندستينر Landesteiner مجاميع دم الانسان (حسب نوع الأنتجين الموجود أو غيابه) الى أربع مجموعات :

١ ـ اذا احتوت كريات الدم الحمراء على الانتجين A فقط ينتمي الدم الى مجموعة دم A ·

٢ ـ اذا احتوت كريات الدم الحمراء على الانتجين B فقط ينتمي الدم الى مجموعة دم B ·

٣ ـ وأذا احتوت كريات الدم الحمراء على كلا الأنتجين A ' B معاً ينتمي الدم الى مجموعة دم AB ·

٤ ـ أما اذا لم تحتوي كريات الدم الحمراء على الأنتجينات علىالاطلاق ينتمي الدم الى مجموعة دم O ·

من الناحية الوراثية ، الجينات المسؤولة عن وجود الأنتيجينات (جينات الأنتيجينات A ، B) تكون سائدة على الجين المسؤول عن غياب الأنتجين O ، بينما لا يوجد سيادة بين A ، B ، أي أن الجين A يظهر طرازه الشكلي كاملا بوجود السائد الآخر الجين B والعكس صحيح ، وهذا ما يعرف بالسيادة المشتركة Co-dominance ولما كان الشخص الذي يحمل أنتجين A لا يمكن أن يوجد في دمه مضادات حيوية للانتجين A ، لأن وجودها يسبب تجميع وترسيب خلايا الدم وبالتالي الموت ، فاننا نجد ولأسباب ربما غير معروفة حتى الآن ، أن دم أي شخص يحتوي على الأجسام المضادة للانتجينات غير الموجودة في خلايا دمه ، ولهذا نجد كل مجموعة من مجاميع الدم يتوقف نوع الأجسام المضادة الموجودة في بلازمـا الدم على نوع الأنتجين الموجود في كريات الدم الحمراء · وعليه نجد (لاحظ الجدول رقم ١٥ ـ ١) ما يلي :

أ ـ الشخص ذو مجموعة دم A يحمل في بلازما دمه اجساما مضادة للانتجين B ·

ب ـ الشخص ذو مجمرعة دم B يحمل في بلازما دمه اجساما مضادة للانتجين A ·

جـ ـ الشخص ذو مجموعة دم AB لا يوجد في دمه أجساما مضادة لأي من الأنتجينات .

د ـ الشخص ذو مجموعة دم O يحمل في بلازما دمه أجساما مضادة لكل من الأنتجينات B, A .

جدول رقم (١٥ ـ ١)

صفات مجاميع الدم ABO

مجموعة الدم	الطرز الوراثية	أنتجن كريات الدم الحمراء	الاجسام المضادة في بلازما الدم
A	AA أو AO	A	Anti-B
B	BB أو BO	B	Anti-A
AB	AB	AB	لا يوجد
O	OO	لا يوجد	anti-A,B

بالنسبة للتوزيع الجغرافي لمجاميع الدم ونسبها فانها تختلف حسب الشعوب والعروق وحتى من منطقة لأخرى ، الا أنها متقاربة من بعضها نسبيا ، على الرغم أن الجين B,A سائدان على الجين O ، وأن B,A لهما نفس السيادة ، فقد وجد أن نسبة مجموعة الدم O,A كثيرة الانتشار ، ولاعطاء فكرة عامة نذكر فيما يلي نسب توزيع مجاميع الدم في الولايات المتحدة (لاحظ الجدول رقم ١٥ ـ ٢) والتي تقترب من نظيرتها في أفراد الشعب العربي ، وبوجه عام نجد في الاردن حوالي ٤٧٪ من دماء الناس هي من نوع O ، وأن ٤٠٪ من نوع A وأن ١٠٪ من نوع B وما يقرب من ٣٪ من نوع AB .

جدول رقم (١٥ ـ ٢)

النسبة المئوية لتوزيع مجاميع الدم في الولايات المتحدة

مجموعة الدم	السكان البيض	السكان السود	السكان الصينيون
O	٤٥	٣٨	٤٦
A	٤١	٢٧	٢٨
B	١٠	٢١	٢٣
AB	٤	٤	١٣

الفائدة العملية لمجاميع دم الانسان كبيرة ومهمة جدا في عمليات نقل الدم Blood Transfusion من شخص لآخر حيث أصبحت ضرورية جدا لانقاذ حياة الأفراد الذين يعانون اما من فقر دم أو النزيف أو في ساحات القتال ٠ وحتى يتم ذلك بنجاح لابد من تحديد مجموعة الدم لكل من الشخص العاطي Donor والشخص المعطى له Recepient ، والمبدأ العلمي في نقل الدم هو أن يحدث توافق تام بين دم الشخص العاطي والمعطى له ، وحتى يتم ذلك يجب أن لا تتفاعل كريات دم العاطي مع بلازما المعطى اليه، أي أن يكون هناك توافق بين أنتجين العاطي مع الأجسام المضادة لبلازما دم المعطى اليه ، أما بالنسبة للاجسام المضادة الموجودة في دم الشخص العاطي فليس لها تأثير على أنتجين الشخص المعطى اليه لأن هذه البلازما تخفف كثيرا في دم المعطى اليه ٠ الجدول رقم (١٥ ـ ٣) يبين مجاميع الدم المختلفة التي يمكن أو لا يمكن أن يحدث توافق بينها أثناء عمليات نقل الدم ٠

جدول رقم (١٥ ـ ٣)

مجاميع الدم المتوافقة وغير المتوافقة أثناء نقل الدم

مجموعة الدم	الانتجين	الاجسام المضادة	يمكن أن يعطي الدم الى	يمكن أن يأخذ الدم من
O	لا يوجد	anti - A,B	جميعها	O
A	A	anti-B	A,AB	O,A
B	B	anti-A	B,AB	O,B
AB	AB	لا يوجد	AB	جميعها

وبناء عليه ، يمكن ابداء الملاحظات التالية أثناء عملية نقل الدم :

١ ـ الشخص ذو مجموعة دم O ، ونظرا لاحتواء بلازما دمه على أجسام مضادة لكل من مجاميع الدم A ، B لا يستطيع أن يأخذ دما من مجموعة A أو B أو AB لأن ذلك يعني تجميع أو ترسيب كريات الدم وبالتالي الموت ، لكنه يستطيع أن يأخذ دما من أفراد ينتمون الى مجموعة الدم O المشابهة لمجموعة دمه فقط · مقابل ذلك يمكنه أن يعطي دما لأية مجموعة من مجاميع الدم ولهذا يطلق عليه معطي عام Universal donor ·

٢ ـ الشخص الذي ينتمي الى مجموعة دم A يمكن أن يستقبل الدم من الأفراد الذين ينتمون الى مجموعة دم O,A لكنه لا يستقبل دم B أو AB، الا انه يمكن ان يعطي دما الى افراد ينتمون الى مجموعة دم A ، AB ·

٣ ـ الشخص الذي يحمل مجموعة دم B يمكن أن يأخذ دما من افرد ينتمون الى مجموعة دم B ، O ، لكنه لا يستقبل دم A أو AB ويمكنه أن يعطي دما الى افراد ينتمون الى مجموعة دم AB, B ·

٤ ـ والشخص الذي يحمل مجموعة دم AB ، ونظرا لعدم احتواء بلازما دمه على أجسام مضادة للانتيجينات B, A ، يستطيع أن يأخذ دما من جميع مجاميع الدم O, AB, B, A ، ويمكنه أن يعطي فقط لمجموعة دم مشابهة لمجموعة دمه AB ويطلق عليه مستقبل عام Universal Recepient ·

وراثة مجاميع الدم : Inheritance of Blood Groups

تتمشى وراثة مجاميع الدم مع قوانين مندل الوراثية ، لكنها تعتمد في وراثتها على ثلاث جينات (أليلات) يرمز لها برموز مختلفة الا أنه سنستخدم نفس رموز مجاميع الدم تسهيلا لدراستها · وعليه ، يكون التركيب الجيني لمجموعة الدم A ، اما AA أو AO (تذكر أن الجينين A ، B سائدان على الجين O) ولمجموعة الدم B هو BB أو BO ، ولمجموعة الدم AB هو AB وكذلك بالنسبة لمجموعة الدم O هو OO (لاحظ الجدول رقم ١٥ ـ ٤) ·

وقد أمكن تطبيق دراسة مجاميع الدم في الانسان وراثيا ، حيث ثبت أن لها نتائج قاطعة في معرفة مجموعة دم الأطفال الممكن انجابهم من مجموعتي دم الأبوين · الجدول رقم (١٥ ــ ٥) يبين الطرز الشكلية والوراثية للآباء والأبناء الممكن انجابهم ، كما يبين مجاميع دم الأبناء التي لا يمكن وراثتها من الأبوين · وعليه ، اذا كان الأبوان ينتميان الى مجموعة الدم O فـان ابنهما لا بد وأن يحمل مجوعة دم O ، أما اذا كان أحد الأبوين ينتمي الى مجموعة الدم A والآخر الى مجموعة الدم B ، فان الطفل يمكن أن يحمل أية مجموعة من مجاميع الدم المختلفة ·

لهذا النظام الوراثي بعض التطبيقات العملية خاصة في القضايا المتصلة ببنوة مشكوك في أبوتها أو عند اختلاط الأطفال في مستشفي الولادة · ولمعرفة ذلك لا بد من تحليل ومعرفة مجاميع الدم للأبوين والأطفال لتعيين وتحديد مجموعة الدم المحتملة للأبناء · فمثلا اذا كان الأبوان ينتميان لمجموعة الدم O فلا يحتمل أبدا أن يولد لهما طفل مجموعة دمه A أو B أو AB ، ولكن اذا كان الأبوان (A X B) فهل يمكن لاختبار مجاميع الدم أن يثبت شيئا ؟ لماذا ؟ يمكن للطفل أن ينتمي لأية مجموعة من مجاميع الدم الأربعة ، ولهذا فانه من الصعب أحيانا اثبات البنوة أو نفيها سواء في المستشفيات أو في المحاكم ، لكنها يمكن أن تستخدم كدليل اضافي لاصدار الحكم على بنوة الأبناء المختلف عليهم · وعليه ، ماذا تتوقع أن تكون مجاميع دم الأبنـــاء المحتمل انجابهم اذا كان مجموعة دم الأب B ومجموعة دم الأم O ؟ واذا تزوج رجل دمه AB بامرأة من المجموعة O فما هي مجاميع الدم المتوقعة في الأبناء ؟ وما هي النسبة المئوية لامكان حصولهم على الطفـل الأول من المجموعة A ؟ وهل يمكن أن يولد لهما طفل من المجموعة AB ؟ ·

نظرا لوجود مجاميع مختلفة من الدم واحتمالية انجاب أطفال مختلفين في مجاميع الدم فان السؤال الذي يطرح نفسه هو ما مدى توافق الدم بين الأم وجنينها بالنسبة لمجاميع الدم المختلفة ؟ ذكرت التقارير العلمية أن حوالي ٦٪ من وفيات الأجنة في مراحلها الأولى ينتج من عدم توافق بـــين

جدول رقم ١٥-٤

مجاميع دم الأبوين ومجاميع دم الأبناء المحتملة وغير المحتملة

مجموعة الدم غير المحتملة	الأبناء: التركيب الوراثي	الأبناء: مجموعة الدم	الآباء: التركيب الوراثي	الآباء: المجموعة
A, B, AB	O/O	O	O/O × O/O	O × O
— —	A/O	A	O/O × A/A	O × A
B, AB	O/O, A/O	O, A	O/O × A/O	O × A
— —	B/O	B	O/O × B/B	O × B
A, AB	O/O, B/O	O, B	O/O × B/O	O × B
O, AB	A/O, B/O	A, B	O/O × A/B	O × AB
— —	A/A	A	A/A × A/A	A × A
B, AB	A/A, A/O, O/O	A, O	A/O × A/O	A × A
— —	A/A, A/O	A	A/A × A/O	A × A
— —	A/B	AB	A/A × B/B	A × B
— —	A/O, A/B	A, AB	A/A × B/O	A × B
— —	B/O, A/B	B, AB	A/O × B/B	A × B
none	A/O, B/O, A/B, O/O	A, B, AB, O	A/O × B/O	A × B
O	A/A, A/B, B/B	A, B, AB	A/B × A/B	AB × AB

المصدر: Singleton, 1967, P.312

جدول رقم ١٥-٥

احتمالية توافق وعدم توافق بين دم الأم وجنينها

الأب (columns) — الأم (rows)

الأم \ الأب	OO	AA	AO	BB	BO	AB
OO anti-A anti-B	OO	<u>AO</u>	<u>AO</u> OO	<u>BO</u>	<u>BO</u> OO	<u>AO</u> <u>BO</u>
AA anti-B	AO	AA	AA AO	<u>AB</u>	<u>AB</u> AO	AA <u>AB</u>
AO anti-B	AO OO	AA AO	AA AO OO	<u>AB</u> <u>BO</u>	<u>AB</u> AO <u>BO</u> OO	AA <u>AB</u> <u>BO</u>
BB anti-A	BO	<u>AB</u>	<u>AB</u> BO	BB	BB BO	<u>AB</u> BB
BO anti-A	BO OO	<u>AB</u> <u>AO</u>	<u>AB</u> BO <u>AO</u> OO	BB BO	BB BO OO	<u>AB</u> BB <u>AO</u> BO
AB none	AO BO	AA AB	AA AO AB BO	AB BB	AB BB AO BO	AA AB BB

ملاحظة: مجموعة الدم التي تحتها خط تعني احتمال وجود تعارض أو تفاعل بين دم الأم وجنينها، بينما مجاميع الدم الأخرى تعني توافق تام بينهما [Case, 1979, P.486]

مجموعة دم الام ومجموعة دم طفلها ، فمثلا هناك احتمال عدم توافق بين أم مجموعة دمها O وطفلها اذا كان الأب يحمل مجموعة دم AB (لماذا ؟) الجدول رقم ١٥ ــ ٥ يبين احتمالية عدم توافق بين دم الأم وجنينها (لاحظ مجاميع الدم التي تحتها خط) وبعض الصعوبات المحتملة التي قد تنشأ عن اختلاف في مجاميع دمهما ، آخذين بعين الاعتبار تأثير الأجسام المضادة للأم على كريات الدم الحمراء للجنين والتي غالبا ما تسبب انحلال كريات دم الطفل Erthroblastosis .

العامل الريزيسي (الريسي) Rhesus or Rh factor

ذكرنا أن دم الانسان ينتمي لأحد مجاميع الدم الأربعة A ، B ، AB ، O ، بالاضافة الى هذا يلحق بكل مجموعة من هذه المجاميع عامل اسمه Rh factor ، فلقد وجد أن دم الانسان يحتوي على أنتجين له أهمية كبيرة في حياة الجنين ، ولأن الانتجين اكتشف أولا في نوع من القردة Rhesus Monkey لذا أطلق على الجينات بالعامل الريزيسي (الريسي) Rh factor هذا وقد وجد أن غالبية سكان العالم ، حوالي ٨٥٪ ، يحملون الأنتجين الريزيسي ، ولكونه يرتبط بجين سائد معين لذا يرمز له بالرمز R أو Rh ولهذا يسمى هؤلاء بموجب العامل الريزيسي + Rh في حين وجد أن حوالي ١٥٪ من السكان لا يحملون الأنتجين الريزيسي ، ولكونه يرتبط بجين متنحي لذا يرمز له بالرمز r أو rh ولهذا يسمى هؤلاء الاشخاص بسالب العامل الريزيسي - Rh وهكذا يلحق بمجاميع الدم نوعان من العامل الريزيسي هما :

١ ــ موجب العامل الريزيسي + Rh ويكون التركيب الوراثي لهؤلاء الاشخاص اما RhRh أو Rhrh .

٢ ــ سالب العامل الريزيسي - Rh ويكون التركيب الوراثي لهؤلاء الاشخاص rhrh ، وهم لا يحملون الأنتجين الريزيسي ، الا أنهم ينتجون أجساما مضادة له اذا ما تعرضوا له في أحد الحالتين التاليتين أو كلاهما :

أ ـ نقل الدم ، كأن ينقل دم شخص موجب العامل الريزيسي الى دم شخص سالب العامل الريزيسي ٠

ب ـ تبادل الدم بين الأم والجنين ، كأن يكون دم الأم من نوع Rh - ودم الاب من نوع Rh + والجنين Rh + ٠

ان التحليل الوراثي لمجموعة Rh أظهرت انها صفة وراثية تتبع في وراثتها للعوامل الوراثية لمتعددة ، واذا اعتبرنا أن مجاميع الدم A B O مهمة جدا في عمليات نقل الدم فان المجموعة Rh كثيرا ما تكون مسؤولة عن وفاة الأطفال قبل أو بعد الولادة مباشرة نتيجة لتحلل كريات الدم الحمراء للجنين ، بالاضافة ، فقد وجد أن دم Rh+ ، Rh— لا يوجد بينها توافق خاصة عند نقل دم شخص Rh + الى شخص Rh - ، وربما يتعرض الشخص لخطر الموت اذا كان قد أعطي دم شخص من نوع Rh + والسؤال هو متى يحدث عدم توافق الدم بين الأم والجنين نتيجة Rh ؟ يحدث هذا في الزيجات التي يكون فيها الزوج موجب العامل Rh + ومتماثل الجينات ، والزوجة سالبة العامل Rh - (دمها لا يحتوي على الانتجين الريزيسي) ، والجنين Rh+ ٠ فبالرغم أنه لا يوجد اختلاط بين دم الأم ودم الجنين الا أن بعض الاختلاط يحدث نتيجة لتسرب بعض خلايا دم الجنين من خلال المشيمة أو أثناء انسلاخ المشيمة التي تحتوى على أوعية دموية مكونة من الأم والجنين ، ونتيجة لذلك يبدأ دم الأم في تكوين أجسام مضادة للتغلب أو قتل الخلايا التي تسربت اليه وخاصة الانتجين الريزيسي الذي تسرب مع دم الجنين الى الأم ، وتمر هذه المضادات للجنين عن طريق المشيمة فيحدث ما أشبه بالحرب ويبدأ الكل بالقتال ، الا أن الجنين سيخسر المعركة نتيجة لضعفه وعدم قدرته على مجابهة جهاز المناعة عند الأم ، وبالتالي يبدأ دم الجنين بالتميع والانحلال وتقل كميته وهذا يعتمد بالطبع على مدى كمية المضادات التي تسربت من الأم الى دم الجنين ٠

والجدير بالذكر أن المرأة التي تحمل لأول مرة يكون الجنين أقل تعرضا لخطر الموت من لاحقه ، وأن معظم هؤلاء الأطفال يولدون ولادة طبيعية دون وجود مضاعفات نتيجة لاختلاف العامل Rh ويشترط أن الأم لم

تعط أي دم في حياتها من مجموعة دم +Rh قبل حملها . أما اذا حملت الأم للمرة الثانية ، فسوف تتسرب الأجسام المضادة خلال المشيمة الى دم الجنين وتهاجمه وتسبب انحلال وتميع كريات الدم الحمراء له مما يسبب انسداد الأوعية الدموية للطفل وبالتالي موته وهذا ما يعرف بمرض انحلال كريات الدم الحمراء للجنين Erthroblastosis . أما اذا كان الجنين يحمل نفس العامل الذي تحمله الأم -Rh فلن يكون هناك أية مضاعفات مطلقا، ويمكن توضيح ما سبق كما يلي :

١ ـ الحمل الأول : الأم -Rh X الأب +Rh (متماثل الجينات)
التركيب الوراثي rhrh X RhRh



انتجين الجنين يستحث دم الأم ويسبب تكون أجسام مضادة في دم الأم ضد الأنتجين الريزيسي للطفل ←—— Rhrh ——→ غالبا ما يعيش الطفل الأول

الجنين الأول

٢ ـ الحمل الثاني : الأم -Rh X الأب +Rh (متماثل الجينات)

الأجسام المضادة للأم تهاجم خلايا دم الجنين

rhrh | RhRh



الجنين ←—— Rhrh ——→ مرض انحلال كرات الدم الحمراء للجنين، يتعرض لخطر الموت غالبا .

الجنين الثاني

وهكذا نلاحظ أن الحمل المقبل والمتكرر يزيد من احتمالية قتل الجنين والسؤال الذي يطرح نفسه ، هل الاختلاف بين الأم والأب بالنسبة للعامل

Rh يعني دوام موت الطفل نتيجة لانحلال كريات الدم الحمراء ؟ وهل يمكن انقاذ مثل هؤلاء الأطفال ؟ تذكر بعض التقارير العلمية أن هناك عددا كبيرا من الأمهات من نوع — Rh قد وضعن أطفالا من نوع + Rh دون حدوث أية مضاعفات أو مخاطر ولعل ذلك بسبب موانع كثيرة موجودة بالمشيمة وظيفتها العمل على قتل وتقليص خلايا + Rh التي يقذفها الجنين ضد خلايا الأم ، وهذه الظاهره ، حماية الجنين داخل رحم أمه ، عجز العلم عن تفسيرها حتى الآن • وعمليا يمكن القضاء على المضادات وحماية الطفل من العواقب المؤلمة وذلك بتطعيم الأمهات ذوى المجموعة - Rh بمصل خاص anti - Rh bodies لقتل أو ابطال أو معادلة خلايا دم الطفل التي تكون قد تسربت الى الدورة الدموية للأم ، وقبل أن يقوم جهاز المناعة للأم بالاستجابة لها بتكوين أجسام مضادة للعامل أو الأنتجين الريزيسي ، ويتم هذا بعد الولادة مباشرة وبذلك نكون قد تغلبنا على هذه المشكلة ، كما يمكن انقاذ حياة الطفل باجراء عملية نقل دم كلي للطفل خلال فترة قصيرة سواء داخل الرحم أو بعد الولادة مباشرة وذلك لاحلال دم جديد محل الدم الذي تفتت فيه كريات الدم الحمراء • وكوقاية ، يجب التأكيد على عدم اعطاء المرأة سالبة العامل الريزيسي دما موجب العامل الريزيسي وذلك لتجنب تكون أجسام مضادة في دم المرأة للأنتجين الريزيسي • أما اذا كانت الأم - Rh والأب - Rh أو الام +Rh والاب +Rh فلا داعي للقلق أو الخوف على الاطلاق •

التطبيقات العملية للوراثة في الانسان :

من العرض السابق نستطيع أن نلخص بعض التطبيقات العملية لموضوع الوراثة في الانسان كما يلي :

١ — الاستفادة من مجاميع الدم A B O في عمليات نقل الدم من شخص لآخر خاصة في حالة الطوارىء التي تقتضي ضرورة نقل دم من انسان لآخر يعاني نقصا في دمه سواء نتيجة فقر دم أو اصابته في حادث أو في حالة جرحى الحرب ، لذا من الضروري اعطاء المصاب ما يتناسب مع دمه دون أن يسبب له تجمعا أو ترسيبا في دمه •

٢ - يمكن استخدام اختبارات مجاميع الدم في الأحكام التي يصدرها الطب الشرعي في الحكم على مدى صحة انتساب الأبناء الى الآباء ، بما أن مجموعة دم الطفل تتحدد وراثيا قبل ولادته لذا يمكن (في بعض الحالات) عن طريق معرفة دم الطفل وكذلك مجموعة دم أبويه بالحكم باثبات أو نفي انتماء الطفل الى والديه .

٣ - يمكن انقاذ الأطفال الناتجة من الزيجات التي يكون فيها الأب موجب العامل الريزيسي (متماثل الجينات) والام سالبة العامل الريزيسي اما عن طريق نقل دم كلي للطفل بسرعة أو بتطعيم الأم بمصل خاص لمعادلة انتيجينات الطفل التي كانت قد تسربت للأم من خلال المشيمة .

٤ - الكشف الطبي قبل الزواج يعطي فوائد جمة خاصة في المجالات الصحية والاجتماعية والاقتصادية ، ومن هذه الفوائد ما يلي :

أ - تجنيب العائلة خطر انجاب أطفال غير مؤهلين للحياة بشكل سليم وذلك لاحتمال اصابتهم بأمراض وراثية تنتقل اليهم من الأبوين وهذا ما يعرف بالوراثة الانسانية الوقائية أو علم تحسين النسل الانساني Eugenics .

ب - تقليل احتمال مجيء أطفال مشوهين أو معاقين عقليا خاصة في الحالات التي لها علاقة بوراثة بعض الامراض الوراثية كالعمي اللوني ونزف الدم والصرع وعشرات الأمراض العصبية الأخرى .

ج - الحيلولة دون حصول زواج لمن هو مصاب بمرض وراثي قد يسبب في اصابة الجنين بتشوهات خلقية الا بعد التأكد من زوال المرض أو معالجته على الرغم أن زوال المرض لن يحول دون احتمال انتقال جيناته - وفق قواعد الوراثة - الى الأبناء .

د - اتخاذ الاحتياطات والاجراءات اللازمة والقرارات لمنع حدوث المضاعفات كفوارق الدم بين الزوجين خاصة في مجاميع الدم والعامل الريزيسي أو بعض الأمراض الوراثية الاخرى .

هـ ـ توفير العناء والبغضاء والكراهية والخسائر المادية والمشاكل العائلية والنفسية وتشرد الأطفال نتيجة احتمالية حدوث الطلاق بين الزوجين ، حيث تشير سجلات الطلاق لدى المحاكم الشرعية أن اصابة أحد الزوجين بالعقم الدائم والمرض المزمن بالاضافة الى مشاكل وراثية أخرى هي من أسباب الطلاق ، والتي تسبب فيما بعد الآلام والأحزان والمشاكل العائلية والاجتماعية والاقتصادية ، وعليه يمكن أن نمنع كثيراً من هذه المآسي عن طريق فحص الزوجين طبيا قبل الزواج ، خاصة وأن قانون الأحوال الشخصية الاردني يعطي الزوجين الطلب في التفريق والطلاق لوجود العيوب والعلل الصحية غير القابلة للزوال والتي تحول دون قيام حياة زوجية طبيعية وعادية بين الزوجين ٠

٥ ـ تجنب الزواج بين الأقارب ما أمكن ذلك ، اذ وجد كلما ضاقت درجة القرابة كلما ازدادت احتمالات ظهور الأمراض الوراثية والجينات المتنحية في الاجيال الناتجة ٠ ففي مجال الطب لوحظ أن هناك أمراضا وراثية معينة تختص بعائلات معينة ، ولهذا اذا حدث تزواج بين هذه العائلات فان ذلك يؤدي الى عزل الصفات وظهور الصفات المتنحية غير المرغوب فيها في الابناء بحالة نقية وبالتالي اصابة بعض الابناء بالمرض أو العيب الجسدى أو العقلي أما اذا كانت الصفات حسنة ومرغوبة فتكون عندها النتائج مرضية ٠ ومهما يكن الأمر ، فانه يفضل التزاوج بين الاباعد من أجل تحسين الصفات الوراثية في الانسان وتحسين النوع البشرى والتخلص من الصفات المعيبة والامراض الوراثية ٠

٦ ـ الارشاد الوراثي (الجيني) : **Genetic Counseling**

يسأل الوراثي أحيانا من قبل الزوجين أو المتقدمين على الزواج عن احتمال صفات أبنائهم الذين يتوقع انجابهم وهل ينصح (من الناحية الوراثية) بانجاب الأطفال أو عدمه ، مثل هذه الاستشارات مرغوب بها سواء كانت قبل الزواج أو بعده أو أثناء الحمل بواسطة طرق الكشف المعروفة باسم (Amniocententesis) خاصة اذا كانت الصفات تختص بحالات وراثية

مرضية أو تشويهية محددة بالتركيب الوراثي · فالمرشد الوراثي في هذا المضمار لا يختلف عن الطبيب الذي يحاول أن يشخص مرضا مستعصيا لا علاج له فعليه اذن أن يذكر الحقيقة وبطريقة انسانية ·

لقد أصبح الارشاد الوراثي علما واسعا ومهما في الحياة خاصة اذا علمنا أن هناك ما يزيد عن ١٦٠٠ حالة من حالات العيوب الوراثية وأن أي انسان يحمل على الاقل ٦ ـ ٨ جينات متنحية مميتة ، ولهذا فان الارشاد يعطينا القدرة على استقصاء عدد من العيوب الوراثية والامراض العقلية والانزيمات والأحماض الأمينية وطبيعةوعدد الكروموسومات، اذ أن فحص الكروموسومات لخلايا الجسم منذ الولادة تساعد في عمليات التشخيص لتحديد المرض أو العيب الوراثي خاصة الناتجة عن حالات عدم انفصال الكروموسومات انفصالا طبيعيا ولربما المساعدة في علاجها خاصة تلك التي لها علاقة بتطور الأعضاء الجنسية عن طريق الهرمونات أو الغذاء كما في بعض الأمراض الوراثية ·

٧ ـ دراسة وتحليل الأمراض الوراثية وطرق معالجتها كمرض العمى اللوني ونزف الدم والبلاهة المنغولية وغيرها ، وهـذا يسمي بالوراثة الانسانية العلاجية Medical Genetics ·

٨ ـ الهندسة الوراثية Genetic Engineering فرع حديث جدا من الفروع التطبيقية للوراثة سواء في الانسان أو في الكائنات الحية الاخرى، الا انها غالبا ما تبدأ في الكائنات الحية الأخرى غير الانسان ، فالانظار تتجه اليوم الى مركب الوراثة D.N.A. الذي يقدم ثورة علمية تعتبر من أخطر واهم ما قدمه العلم حتى الآن · وتتلخص الفكرة في مدى امكانية ازالة بعض الجينات ذات العلاقة ، بعد تخطيطها وتحديدها ، وزرعها أو استبدالها بجينات أخرى ، فعلماء هندسة الجينات يتعاملون مع الجينات نفسها بنقل جين أو أكثر من كائن حي الى آخر ليكتسب هذا الكائن صفة وراثية دائمة ومرغوبة ، في حين يمكن التخلص من بعض جينات الوراثة ذات العيوب الوراثية · ومن هنا يخطط الباحثون لهذا المركب D.N.A. ليقوم بالعديد من المهمات سواء في الانسان نفسه أو في كائنات حية أخرى لها صلة مباشرة في الانسان أو في حياته ومنها ما يلي :

أ ـ انتاج سلالات حيوانية جديدة ذات اغراض متباينة كانتاج الحليب واللحم والصوف الجيد والبيض والعسل ... في غير طرق التهجين التي يعتقد فيها علماء هندسة الجينات انها تعتمد على احتمالات كثيرة وتحتاج الى عدة سنوات وقد لا يخرج الباحث بعدها بنتيجة مرضية .

ب ـ انتاج سلالات نباتية جديدة لها القدرة على تثبيت نيتروجين الجو بسهولة ، وذلك عن طريق زرع جين أو أكثر يجعل النباتات قادرة على تثبيت نيتروجين الجو وبالتالي لا تحتاج للاسمدة التي ترتفع أسعارها يوما بعد يوم .

ج ـ انتاج سلالات نباتية لها القدرة على مقاومة هجوم الحشرات والآفات الزراعية الأخرى ، ويعتمد ذلك على زرع جينات خاصة في النباتات تكون قادرة على انتاج بروتين أو أنزيم يقوم بتحطيم السموم الخارجية ، وهكذا تنمو النباتات بشكل قوى في حين تموت الأعشاب المجاورة بفعل هذه المبيدات .

د ـ انتاج سلالات نباتية لها القدرة على المعيشة في الاراضي المالحة أو الاراضي الصحراوية ، وذلك بزرع جينات وراثية خاصة تؤهل النباتات لتحمل زيادة الملوحة أو العيش تحت ظروف صحراوية قاسية كارتفاع درجة الحرارة وقلة الماء .

هـ ـ انتاج سلالات لكائنات حية ميكروسكوبية لها القدرة على التهام البترول المسكوب من البواخر الضخمة الناقلة للبترول نتيجة تعرضها لحادث أو غيره ، وبالتالي تستطيع هذه الكائنات الحية (خاصة البكتيريا) من تنظيف البحار والمحيطات من هذه الزيوت ومنع تلوث البيئة والمحافظة على الثروة الحيوانية البحرية .

و ـ تعديل أو معالجة الجينات التالفة أو المعطوبة في الانسان كما يحدث في بعض الامراض الوراثية التي تحدثنا عنها سابقا .

ز ـ انتاج علاجات طبية أو مضادات حيوية لبعض الأمراض التي يتعرض لها ملايين الناس بكميات كبيرة وبصورة تجارية ، كما في انتـــاج هرمون الأنسولين الذي تم انتاجه تجاريا من بعض أنواع البكتيريا ، أو انتاج الهرمون المنبه لعلاج قصر القامة ٠

ح ـ ايجاد طريقة لضبط ووقف نمو الخلايا السرطانية أو ما يعرف بمرض السرطان Cancer الذي يقضي على أعداد هائلة جدا من النـاس سنويا ٠

ط ـ انتاج كائنات حية مشابهة تماما (نسخ كربـون) لامهـــاتها Cloning ، وهي جزء من الهندسة الوراثية تتم بطريقة معينة حصيلتهـا النهائية انتاج كائنات حية مشابهة تماما (كالتكاثر اللاجنسي أو الخضري) لأمها ، هذا وقد نجحت هذه العملية في بعض الكائنات الحية كالبروتوزوا والضفـادع ، كما أن التجـارب مستمرة في الحيوانـات الاخرى وبعض النباتات ٠

والجدير بالذكر أن علماء هندسة الجينات لا بد لهم وأن يستعملوا ميكروبات معينة كعربة أو حامل لزرع الجينات المطلوبة في الكائن الحي ، اذ أن ادخال أي جزء من ال D.N.A. مباشرة في الجسم يعني تحليله وتحطيمه بسرعة بفعل الانزيمات ، ومن الميكروبات المستخدمة بعض أنواع البكتيريا والفيروسات ، هذا وبالرغم ان هذه الابحاث ثورة علمية هامة الا انهـــا مثار جدل بين مؤيد ومعارض بين العلماء انفسهم وبين رجال السياسة أيضا وذلك لاحتمال وجود مخاطر عديدة خاصة حول الميكروبات المستخدمة التي قد ينتج منها سلالات جديدة مرضية وبائية يصعب التحكم فيها وبالتالي انتشار امراض وبائية غير معروفة ، بالاضافة الى زيادة احتمال مقاومـة الميكروبات المرضية للمضادات الحيوية وكثيرا ما يعتقد أن مثـل هـــذه الابحاث غير مقبولة عند كثير من فئـات المجتمع خاصـة تلك المتعلقـــة بالانسان ٠

الوراثة والبيئة : Heredity and Environment

تختلف آراء علماء الوراثة والانسانيات وغيرهم بالنسبة لأثر الوراثة والبيئة على الكائنات الحية بوجه عام والانسان بوجه خاص ، فبينما نجد الفريق الأول يؤكد على أهمية التركيب الوراثي في حياة الكائن الحي نجد الفريق الآخر يؤكد على دور البيئة في حياته ٠ ومهما يكن الأمر ، فان الدخول في النقاش التقليدى في أى منهما أهم الوراثة أم البيئة هو مضيعة للوقت ، وما الكائن‌الحي الا محصلة لمجموعة العوامل الوراثية وعوامل البيئة التي يعيش فيها ، ومن الصعب أن نفصل أثر الوراثة عن أثر البيئة أو العكس في التشكيل النهائي للكائن الحي ٠

واذا اعتبرنا المتغيرين الوراثة والبيئة ، نجد أن التركيب الجيني في الكائن الحي يبقي مبدئيا ثابتا في جميع خلايا وأنسجة الجسم اللهم الا اذا حصل تغيير مفاجيء في التركيب الوراثي أو ما يعرف بالطفرة Mutation في حين نجد عوامل البيئة متغيرة باستمرار حتى أثناء تطور الجنين داخل الرحم ، اذ يبدأ هناك أثر تغذية الأم وهرموناتها وانفعالاتها النفسية على الجنين ، وبالتالي يحصل التفاعل بين جينات الوراثة للجنين وبيئة الرحم ، أما بعد الولادة فتتدخل عوامل البيئة الطبيعية المختلفة والعوامل الاجتماعية والاقتصادية والثقافية ٠٠٠ مع الوراثة في التشكيل العام والنهائي للكائن الحي أو الانسان ٠ وعليه ، يمكن القول بأن الجينات توجه الخط العام المباشر لتطور الكائن الحي في حين البيئة تعمل على تعبير أو تثبيط عمل هذه الجينات ٠ وبوجه عام ، يمكن تحسس أثر العوامل البيئية المختلفة عند وضع توائم متطابقة (متماثلة وراثيا) في ظروف بيئية مختلفة فانها سوف تتمايز عن بعضها البعض بالصفات التي تتعلق بالوسط بشكل كبير ، الا أنها سوف تتشابه في الصفات الجسمية المحكومة وراثيا ، وقد تتشابه أيضا في التصرفات السيكولوجية والاجتماعية ٠ لقد بينت دراسات على التوائم المتطابقة وضعت في بيئات (بيوت) مختلفة تحت ظروف اجتماعية وبيئية مختلفة ، بينت تشابها في الطول والوزن والصفات الجسمية الاخرى ، في حين أظهرت اختلافا وفروقا في النواحي الثقافية لصفاتهم خاصة

في معامل الذكاء • كما اشارت أبحاث سيكولوجية أخرى تشابها كبيرا في التوائم كميلهما لعطر معين وتفضيلهما لنفس الألوان وأنواع الطعام ، وقد بلغ التشابه بينهما الى حد أن كلا منهما اختار زوجته بنفس الشبه ونفس الاسم ! مثل هذه الدراسات تشير الى أن العوامل الوراثية سائدة في تاثيرها على الخط العام لتطور الفرد وشخصيته والبيئة لها أثر كبير على تعبير وترجمة هذا الكيان الوراثي ، وهكذا تكون عوامل الوراثة والبيئة مكملين لبعضهما البعض • وعليه ، يمكن توضيح أثر بعض العوامل البيئية المختلفة علـى تعبير وترجمة التراكيب الوراثية الى طرز شكلية في العوامـل البيئيـة التالية :

١ ـ أشعة الشمس (الضوء) : Sun Light

النباتات التي نشاهدها حولنا تملك جينات وراثية لانتاج مـادة خضراء ـ الكلوروفيل ، لوحظ أنه اذا ما زرعت بعض البذور في الظلام فان النباتات الناتجة تكون صفراء لا تستطيع تكوين هذه الصبغة الخضراء ، في حين لو تعرضت لأشعة الشمس (الضوء) فانها تكونها وتصبح خضراء ، وهذا يعني أن الجينات الوراثية لا تستطيع اظهار الصفة هذه الا بوجود الضوء • مقابل ذلك ، فان نبات الهالوك (نبات متطفل على النباتات البقولية) لا يملك جينات وراثية لبناء الكلوروفيل ، وبالتالي فانه لا يستطيع تكوينها حتى ولو تعرض للضوء لمدة طويلة •

٢ ـ درجة الحرارة : Temperature

تشير التقارير العلمية الى أن تاثير التركيب الجيني يتغير تبعا لتغير درجة الحرارة ، فالجينات الوراثية ، على سبيل المثال التي تحدد لون الشعر أو الريش في بعض أنواع الثدييات (كالأرانب البرية) أو الطيـور والتي تعيش في مناطق ثلجية باردة ، يتغير تاثيرها بحيث يصبح لون الشعر أو الريش أبيض في الشتاء وبنيا في الصيف • كما وجد أن تقوس أجنحة ذبابة الفاكهة الى أعلى ينتج من جين وراثي ينتقل من جيل الى جيل ، وتظهر هذه الصفة اذا فقست بيوض الذبابة على درجة حرارة ٢٥ درجة مئوية ، في حين تفقد هذه الصفة (الأجنحة المقوسة) اذا ما فقست البيوض على درجة حرارة أقل من ١٦ درجة مئوية •

٣ ـ التغذية : Nutrition

من المعروف أن للتغذية دورا هاما في نمو الكائن الحي ، فوجود البروتينات الكاملة كما ونوعا والأنواع المتعددة من الدهون والسكريات والاملاح المعدنية والفيتامينات والماء شيء لا غنى عنه بتاتا للجسم ، ولهذا فغياب أى عنصر من هذه العناصر الغذائية يسبب اضطرابا وخللا في النمو الطبيعي للجسم • وعليه ، وبالرغم أن الصحة العامة والمناعة والاستعداد للاصابة بالامراض.والطول ••• هي صفات وراثية تقع تحت تاثير جينات مختلفة ، الا أن تعبير وترجمة هذه الصفات الى صفات شكلية ، كما تشير التقارير العلمية ، تتغير أو تتحول استجابة للتغذية والظروف البيئيـة التي يعيش فيها الفرد ، فقد وجد أن التغذية المناسبة كما ونوعا قد زادت الطول بضعة سنتيمترات في أفراد الشعب الأمريكي والياباني •

٤ ـ الهرمونات والانزيمات Horomones and Enzymes

الضوء ودرجة الحرارة والتغذية هي عوامل بيئية خارجية ، لكن هناك عوامل بيئية داخلية اخرى لها تأثير على اظهار وترجمة الصفات الوراثية ، من هذه العوامل الافرازات الداخلية للفرد كالهرمونـات والانزيمات ، اذ يتحكم عادة كل هرمون أو انزيم في نشاط عضو أو جهاز ما ، فاذا حدث أى اختلال في افراز الغدد والخلايا فانه ينتج تغير في الصفات الشكلية الوراثية رغم أنها وراثية ، فاضطراب افرازات بعض الهرمونات ، كهرمون النمـــو والهرمونات الانثوية والذكرية مثلا ، لها تأثير واضح على ترجمة الصفات الشكلية للطول والاعضاء التناسلية المختلفة ، ولعل في ذلك حكمه اذ تعطينا الفرصة لمعالجة بعض الأمراض الوراثية باستخدام ظروف بيئية صناعية تعمل على تعديل المرض أو معالجته ، ولهذا يمكن استخدام المستخلصات الهرمونية طبيا لعلاج بعض الأمراض الناتجة عن تأثير ظروف بيئية داخلية على الصفات الوراثية كمرض السكري ومرض PKU وضغط الدم أو ضعف تطور الأعضاء التناسلية وغيرها •

وهكذا نستنتج أن للبيئة أثرا كبيرا في تعبير وترجمة الطرز الوراثيـة الى طرز شكلية مظهرية ، الا أنه يجب التأكيد على أن هذا الأثر ليس أثرا

يمكن توريثه ، اذ أن الصفات المكتسبة لا تورث · كما أنه من الصعب فصل تأثير الوراثة والبيئة عن بعضها ، فالكائن الحي يرث الامكانية لظهور الصفة، لكن البيئة ضرورية لترجمة هذه الامكانية الى طرز شكلية · كالسيارة التي عندها القدرة أو الامكانية Potential أن تسير بسرعة ١٢٠ كم/الساعة ، الا أنها لا تستطيع أن تسير بسرعة أكثر من ٣٠ كم/الساعة على أرض ترابية ، ولهذا اذا زرعت بذور قوية التركيب الوراثي في أرض ضعيفة أو العكس ، بذور ضعيفة في أرض قوية خصبة ، فان النباتات الناتجة لا شك تكون ضعيفة في الحالتين ، اذ لا بد من توفر وتفاعل العنصرين – قوة الوراثة وخصوبة الأرض – لاعطاء نبات قوي ذي انتاج عال · وهكذا تكون الوراثة والبيئة مكملتين لبعضهما البعض ولهما أثر واضح في التشكيل العام والنهائي للكائن الحي أو الانسان ·

المراجع

السبع ، محمد مروان · المدخل الى علم الحيـاة الحيوانيـة · منشورات جامعة حلب ــ كلية الطب ، ١٩٧٦ ·

بدران ، عدنان وآخرون · البيولوجيا ــ علم الحياة للمرحلة الثانوية ــ الفرع العلمي ، الطبعة الأولى ، ١٩٧٤ ، ١٩٧٦ ·

درويش ، محمد يحيى حسين · فسيولوجيا الحيوان : الفسيولوجيا العامة والانتاج والهرمونات والتناسل · الطبعة الأولى ، الناشر : مكتبة الانجلو المصرية المصرية ، ١٩٧٦ ·

شكرى ، محسن · علم الحيوان العام · دار المطبوعات الجديدة ، ١٩٧٤ ·

عجان ، اسكندر · المدخل الى علم الحيوان · الطبعة الثانية ، جامعة تشرين ــ كلية الزراعة ، ١٩٧٦ ·

وزارة التربية والتعليم ــ قسم المناهج والكتب المدرسية · مذكرات في علم الأحياء (مبحث التخصص) للصف الثالث العلمي ، ١٩٧٤ ·

Brooks, Stewart M. Basic Science and the Human boay. The C. V. Mosby Company. 1975.

Case, James F. Biology . 2nd ed. Macmillan Publishing Co., Inc. N. Y. 1979.

Clark, Mary E. Contemporary Biology. 2nd. ed. W. B.Saunders Company, 1979.

Curtis, Helena. Invitation to Biology. 2nd ed. Worth Publishers, Inc., 1977.

Evans, William F. Anatomy and Physiology. 2nd. ed. Prentice-Hall. Inc.,Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.

Fitch, K. L. and P. B. Johnson. Human Life Science. Holt, Rinehart and Winston, 1977.

Goldsby, Richard A. Biology. 2nd. ed. Harper and Row Publishers N. Y. , 1979.

Herreid 11, Clyde F. Biology. Macmillan publishing Co., Inc. 1977.

Hickman Sr. , Cleveland P. et. al. Integrated Principles of Zoology. 6th. ed. The C. V. Mosby Company, 1979.

Sherman, I.W. and V.G., Sherman. Biology: A Human Approach 2nd. ed. Oxford Univ. Press, N. Y. 1979.

Singleton, W.R. Elementary Genetics. 2nd. ed., D. Van Nostrand Comp., Inc., 1967.

Spence, A. P. and E. B. Mason. Human Anatomy and Physiology. The Benjamin / Cummings Puplishing Comp. Inc., Menlo Park, California, 1979.

Villee, C. A., Warren F. W., and Robers D. B. Introduction to Animal Bilolgy. W. B. Saunders Co. Philadelphia , 1979.

Wallace, . Robert A. Biology : The World of Life. 2nd. ed. Goodyear Publishing Co., Santa Monica, California. 1978.

Wilson, D. B. and W. J. Wilson. Human Anatomy. Oxford Vniv. Press, Inc. 1978.

Wilson, Wilferd J. et. al. Biology : An Appreciation of Llife. CRM Books, Del Mar, California, 1972.

Winchester, A. M. Human Genetics. Charles E. Merrill Publishing Comp., Columbus, Ohio. 1971.

Winchester, A. M. Genetics : Laboratory Manual. 9th. ed. WM. C.Brown Company Pnblishers, Dubuque, Iowa, 1971.

موافقة دائرة المطبوعات والنشر

رقم الاجازة المتسلسل ١٨٤/٦/١٩٨٧

رقم الايداع لدى مديرية المكتبات والوثائق الوطنية

٢٥٣/٦/١٩٨٧